

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності

152 Метрологія та інформаційно-  
вимірвальна техніка

на тему: \_\_\_\_\_ ' / " " " " "

Виконав (-ла): студент (-ка) \_\_2\_\_ курсу, групи ПІ-81мп  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_ " " "

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник \_\_\_\_\_ " 0 0 0" " 0 0 \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Розробка стартап-проекту доцент, д. е. н. Бояринова К.О. \_\_\_\_\_

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент \_ 0 0 0" . " " 0 0 \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних посилань.  
Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2019\_\_ року

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Приладобудівний факультет

Кафедра приладобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

" " "

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації \_\_\_\_\_  
, / " " " " "

науковий керівник магістерської дисертації \_\_\_\_\_ " 0 0 0" " 0 0

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом дисертації \_\_\_\_\_ 17 грудня 2019

3. Перелік завдань, які потрібно розробити \_\_\_\_\_ Проведення огляду аналогів.  
Провести " " " " "  
програмне забезпечення. Розробити стартап-проект. Зробити аналіз та  
узагальнення отриманої інформації. \_\_\_\_\_

4. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу \_\_\_\_\_  
Складальне креслення \_\_\_\_\_ – 1 арк. ф. А1. Робочі кресленики  
деталей – 1.5 арк. ф. А1. Презентаційний аркуш – 1 арк.ф.А1. Матеріали  
аналітичного огляду – 1 арк.ф.А1. 3D модель \_\_\_\_\_ 1 арк.ф.А1.  
Блок схема програмного забезпечення 1арк.ф.Ф1 \_\_\_\_\_ –

5. Орієнтовний перелік публікацій \_\_\_\_\_

6. Консультант розділу дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розробка стартап-проекту</i>	<i>Бояринова К. О. д. е. н., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 2 листопада 2019.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів дисертації	Примітка
1	Ознайомлення з завданням	17.10.2019	
2	Проведення аналітичного огляду аналогів	24.10.2019 – 28.10.2019	
3	Розрахунок основних характеристик	28.10.2019 – 5.11. 2019	
4	Розробка стартап-проекту	5.11.2019 – 19.11.2019	
5	Оформлення текстової та графічної частини	19.11.2019 - 21.11.2019	
6	Представлення МД на перевірку науковому керівнику	3.12.2019 – 14.12.2019	
7	Передача матеріалів МД на перевірку виявлення збігів/схожості текстів сервісом Unichек	14.12.2019 - 14.12.2019	
8	Представити МД до екзаменаційної комісії НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»	17.12.2019	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

" " "  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_  
(підпис)

" 0 0 "  
(ініціали, прізвище)

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП .....	8
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1. Формування задачі, яка поставлена перед студентом.....	10
1.2. Призначення об'єкту проектування .....	10
1.3. Визначення поняття напруги та способи її виміру.....	11
1.4. Визначення поняття частоти та способи її виміру .....	17
1.5. Визначення поняття якості електричної енергії .....	21
1.6. Аналого-цифрове перетворення .....	24
1.7. Види аналого-цифрових перетворювачів .....	26
1.8. ГОСТ 13109–97 «Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагніту» .....	37
1.9. Визначення, позначення та скорочення.....	38
1.10. Коливання напруги .....	41
1.11. Несинусоїдність напруги.....	42
1.12. Відхилення частоти.....	43
1.13. Провал напруги .....	44
1.14. Імпульс напруги .....	44
1.15. Тимчасове перенапруження .....	44
1.16. Оцінка відповідності якості електроенергії .....	44
1.17. Контроль за показаннями .....	45
1.18. Висновок до розділу 1 .....	47

2.	ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗГЛЯД.....	49
2.1.	Принцип роботи КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ.....	49
2.2.	Аналіз результатів визначення якості електричної енергії .....	54
2.3.	Статична похибка.....	55
2.4.	Ідеальна передаточна характеристика аналого-цифрового перетворювача .....	56
2.5.	Мультиплікативна похибка.....	58
2.6.	Відношення «сигнал / шум».....	58
2.7.	Загальні гармонічні спотворення .....	59
2.8.	Висновок до розділу 2 .....	59
3.	РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ».....	61
3.1.	Опис ідеї проекту .....	61
3.2.	Технологічний аудит ідеї проекту.....	63
3.3.	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту .....	64
3.4.	Розроблення ринкової стратегії проекту .....	73
3.5.	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	76
3.6.	Висновки до розділу 3 .....	80
	ВИСНОВКИ.....	82
	ДЖЕРЕЛА .....	84

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

СК – складальний кресленик

КД – кресленик деталі

ВП – вимірювальний перетворювач

ВПР – вимірювальний прилад

СС – структурна схема

ПС – принципова схема

ОД – об'єкт дослідження

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

THD – гармонічні спотворення

SNR – відношення “сигнал/шум”

INL – інтегральна нелінійність

DNL – диференційна нелінійність

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

## ВСТУП

В наш час, враховуючи постійні потреби людства в електричній енергії зростає важливість контролю якості електричної енергії. Все це зумовлено тим, що електроенергія використовується у всіх сферах життєдіяльності людини, що в свою чергу залежить від постійного розвитку технологій. Людство поступово переходить до повної автоматизації у більшій частині виробничого процесу, в якому людину прагнуть замінити в більшій частині роботизованою або комп'ютеризованою технікою.

Якість електричної енергії в Україні контролюється ГОСТ 13109–97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення». В цьому документі якість електроенергії нормується 12 показниками. Якість в свою чергу повинна контролюватися при певних відхиленнях від їх номінальних або ж допустимих значень і в результаті перевірки нам буде надаватися висновок — чи задовольняє система норми прописані у ГОСТ 13109-97 або ж він не відповідає заданим нормам.

Не залежно від місця проживання або роботи людини- всюди використовується електроенергія. На всіх підприємствах широко використовується електрична енергія. Наприклад: використання великої кількості засобів та пристроїв, що спрощують роботу людині, автоматичні складальні лінії, використання роботизованої техніки, освітлення у приміщень та інше. Але не завжди надається якісний струм можна отримати через мережу змінного струму, що погано впливає на роботу більшої частини обладнання або ж призводить і до повної втрати наявного обладнання одразу або ж через проміжок часу. Наприклад при миттєвому стрибку напруги можлива втрата даних, що можуть оброблятися в даний час, наприклад обнуління операційної пам'яті при вимкненні комп'ютера під час тимчасового стрибку напруги змінного струму.

Враховуючи все, вище перераховане, можна зробити висновок, що важливим фактором для самого існування більшої частини виробництв є

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 8
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

якісна електроенергія, що в свою чергу потребує засобів для контролю за мережами змінного струму. Тому дуже важливо розробити та постійно вдосконалювати прилади, такі як рекордер для дослідження мережі змінного струму, який в свою чергу може проводити аналіз мережі змінного струму за такими показаннями як: частота й напруга. Прилад є актуальним на момент розробки, адже використання аналого-цифрового перетворення надає можливість отримувати, накопичувати і автоматично обробляти більші ніж зазвичай кількості інформації з мережі змінного струму, що досліджується за для контролю її якості.

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		



## 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Формування задачі, яка поставлена перед студентом

Наразі актуальною проблемою є вирішення проблеми контролю якості електричної енергії, в наслідок цього було прийнято рішення створення нового приладу задля контролю мережі змінного струму й визначення проблем з струмом, що надається в мережу. Задля цього на підприємстві ПАТ «Меридіан» було досліджено прилад РЕ-01 «Реєстратор якості електроенергії», що в свою чергу допомогло здобути навички що до проектування подібних приладів. За мету було поставлено покращення наявних характеристик у купі з дослідженням українських та закордонних аналогів. Це призвело до висновку, що наявні прилади мають недоліки у конструкції, що можна покращити. Було вирішено задачі що до оцінки всіх плюсів та мінусів приладів, які наявні на ринку та використання всіх наявних в них плюсів для створення найбільш актуального, рентабельного та найпростішого у виробництві приладу. Для цього було обрано актуальні на даний момент покупні деталі, матеріали та всі ідеї, котрі можна впровадити.

### 1.2. Призначення об'єкту проектування

Основним призначення приладу є вимір трьох основних для нас параметрів: напруги, частоти, часу. Після цього прилад проводить розрахунок за ГОСТ 13109–97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення».

Вимірювання струму рекомендується робити в багатьох випадках, найбільш розповсюдженими є:

Після прокладки нового кабелю необхідно виміряти чи проходить через нього струм при всіх працюючих електричних пристроях;

Якщо до старої електропроводки підключена додаткове навантаження, то також слід перевірити величину струму, яка не повинна перевищувати

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 10
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

допустимі межі;

При навантаженні, рівній верхній допустимій межі, перевіряється відповідність струму, що протікає через електричну мережу. Його величина не повинна перевищувати номінальне значення робочого струму. В іншому випадку автоматичний вимикач знеструмить мережу через перевантаження.

Вимірювання струму також необхідно для визначення режимів експлуатації електричних пристроїв. Вимірювання струмового навантаження електродвигунів виконується не тільки для перевірки їх працездатності, а й за для визначення перевищення навантаження вище допустимої межі, яка може виникнути через велике механічне зусилля під час роботи певного пристрою.

Якщо виміряти струм у ланцюзі працюючого обігрівача, то він покаже чи справно працюють нагріваючі елементи пристрою.

Працездатність теплої підлоги в квартирі також перевіряється вимірюванням струму.

### 1.3. Визначення поняття напруги та способи її виміру

Двома основними показаннями, які заміряються безпосередньо у мережі, котру ми досліджуємо є: 1) частота і 2) напруга.

Електричний струм — напрямлений рух заряджених частинок. Цей рух створюється електричним полем, що при цьому виконує роботу. Роботу електричного поля, що створює струм при цьому, називають — робота струму.

Даний вид роботи є різним або ж може бути різним у різних ділянках на колі, але в кожному з відрізків одного кола вона обов'язково повинна бути пропорційна заряду, котрий відповідно напрямлений крізь нього. В свою чергу фізична величина , котра називається, як робота, що відповідно виконана на одній або декількох певних ділянках струм має заряд в  $2KЛ$  і називається електричною напругою (або ж також можливо використовувати назву просто напруга) на даному сегменті певного кола.

Тобто, якщо переміщений вздовж сегменту кола заряд чисельно

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 11
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

дорівнює  $q = 1 \text{ Кл}$  було виконано роботу, яка буде рівною  $A = 5 \text{ Дж}$ . Для того, щоб перемістити заряд в  $2 \text{ Кл}$  потрібно було виконати роботу в два рази більшу від попереднього випадку. Тоді розділивши  $10 \text{ Дж}$  на  $2 \text{ Кл}$  ми отримали б  $5 \text{ Дж} / \text{Кл}$ . І це є напругою в даній ділянці кола, що у свою чергу ми позначасмо буквою  $U$ [1].

Щоб ми знайти напругу  $U$  в даній ділянці кола потрібно роботу струму  $A$  поділити на заряд  $q$ , що пробігає в цій ділянці по колу:

$$U = A / q \quad (1.1)$$

Напруга вимірюється у вольтах і названа так на честь А. Вольта і являє собою основною одиницею виміру, а він, в свою чергу, сконструював перше в світі джерело постійного струму. В свою чергу ми можемо офіційно заявити, що  $2 \text{ В}$  — це така напруга, в наслідок переміщення якої електричним полем по сегменту заряду, котрий чисельно рівний  $2 \text{ Кл}$  виконується робота, що в свою чергу дорівнює  $2 \text{ Дж}$ . Тобто, ми можемо офіційно заявити, що ці величини є прямо пропорційними, без винятків. . Продовжуючи цю тему струм що чисельно дорівнює  $10 \text{ В}$ , переміщається по ньому заряд в  $1 \text{ Кл}$  і виконується робота  $10 \text{ Дж}$ .

Раніше, для того щоб виміряти напругу людство використовувало широку номенклатуру приладів таких як амперметр, частотомір, вольтметр та інші різних типів та габаритів.

На практиці також окрім вольта використовують і інші одиниці виміру напруги, такі як кіловольт і мілівольт, що в свою чергу є позначенням більшої або меншої кількості вольтів:  $1 \text{ кВ} = 1000 \text{ В}$ ,  $1 \text{ мВ} = 0,001 \text{ В}$  [1]..

Вольтметр є приладом завдяки якому вимірюють напругу. Вони існують різні за призначенням і принципом роботи, приклади вольтметрів можна побачити на рисунку 1.1.



Рис. 1.1. Різновиди вольтметрів

За призначенням існує безліч вольтметрів, наприклад:

1) електромеханічні (рис. 1.2): в яких процес вимірювання ґрунтується за принципом перетворення прямого лінійного механічного руху в показання стрілкою напруги, а в свою чергу стрілки, що наявні у приладі знаходяться на основі рамки з обмотками, котрі за допомогою рухомої осі всередині котрої постійний магніт, що дає нам змогу що до аналізу напруги.



Рис. 1.2. Електромеханічний вольтметр

При виникненні на рамках напруги з'являється електромагнітне поле, що в свою чергу надає можливість виміру напруги. Рамка в свою чергу зі стрілкою в магнітному полі робить кутовий поворот на певний кут, відхилення якого в свою чергу пропорційне вимірюваній величині напруги;

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 13
Зм	Арк	№	Підпис	Дп		

2) електронні вольтметри (рис. 1.3): в свою чергу ці електронні прилади поділяються на два типи цифрові та аналогові. А відрізняються вони також тим, що в аналогові прилади мають в собі шкалу і стрілки, а цифрові прилади видають на цифровий дисплей значення напруги. Також аналогові прилади перетворюють змінний струм у постійний, після чого сигнал підсилюється та відправляється на детектор, сигнал з якого відхиляється на стрілку. Тобто чим більша напруга на вході, тим більше відхиляється показання стрілки[1].;



Рис. 1.3. Електронний вольтметр

3) фазочутливі (рис. 1.4)- це вольтметри, що призначені для наявних нам при вимірі показань напруги так званої першої гармоніки. В свою чергу в них наявні два або більше індикатори, що відображають складові напруги уявну та дійсну. Фазочутливі призначені вимірювати загальну напругу по колу. Такі прилади краще бути використовувати саме при лабораторних вимірюваннях для дослідів напруги чотирьохполюсників.

За для того, щоб правильно підключити вольтметр потрібно керуватися такими правилами:

1) наявні на вольтметрі затискачі необхідно підключають між точками ділянки кола, сегменту кола на котрому необхідно заміряти напругу, паралельно необхідній для виміру ділянці кола;

2) клеми на вольтметрі, що мають знак “+” потрібно з’єднувати з точкою на ділянці необхідного кола, яка, в свою чергу, приєднана до нього з

додатнім полюсом джерела струму, а клему зі знаком “—” — відповідно, котра поєднана з протилежним полюсом магніту.



Рис. 1.4. Фазочутливий вольтметр

Схема, яка показує підключення вольтметра для вимірю напруги відображується на рис. 1.5.

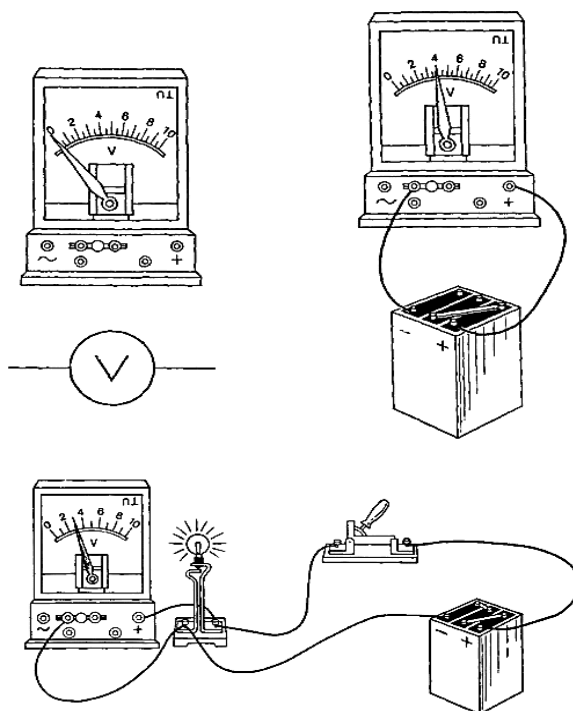


Рис. 1.5. Схеми підключення вольтметра

Найбільш важливою для нас властивістю використовуваного приладу, відповідно також і вольтметрів, є чутливість вимірювання. Чутливістю будь-якого приладу можна називати коефіцієнтом, що є залежністю між двома значеннями, значенням кута повороту рамки та значенням вимірюваної напруги. При цьому необхідно щоб було відсутнє коливання на рамці, котра обертається за стрілкою, для виконання цієї поставленої задачі в свою чергу використовує магнітно-індукційний демпфер для гасіння коливання. Такий демпфер являє собою пластину, що виконана з алюмінію, котру прикріплюють на вісь, котра рухається за стрілкою по оточеному магнітним коливанням полю. Вихрові токи при цьому створюють перешкоди для коливання рамки, тому коливання котрі можуть виникнути одразу або через короткий час перестають діяти на систему. В свою чергу використовують, але не дуже часто повітряні демпфери, що повинні складатися із циліндру з поршнями, які в жорстко прикріплені до стрілки, котра дає кутовий рух.

Якщо коливання виникають стрілки поршня повинні виконувати свою

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 16
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

роботу, що призводить до гасіння коливання шляхом його пригальмовування за допомогою наявних циліндрів. Також в свою чергу за для того, щоб прилад мав досить хорошу точність вимірювання, повинна бути відсутня залежність від ваги, а маса стрілки повинна приходити у рух тільки від дії котушки в магнітному полі, і не залежати від ваги наявної стрілки. Для виконання поставлених задач потрібно вводити рухомі елементи, котрі здатні виконувати роботу що до компенсації ваги нашої стрілки. При зменшенні впливу тертя металевого наконечнику, що виконаний зі сталей, котрі в свою чергу мають досить високу міцність, сталь зазвичай полірують щоб надати їй необхідної шороховатості. А в якому напрямку буде рухатися стрілка завжди залежить від полярності напруги, котру на необхідно виміряти, тобто при правильних вимірах необхідно завжди дотримуватися полярності вимірювання наявного кола[1].

#### 1.4. Визначення поняття частоти та способи її виміру

Дуже важливий для нас показником якості електроенергії є — частота. Вона являю собою один з найбільш важливих параметрів при вимірюванні змінного струму, котрі в свою чергу визначають кількість періодичних коливань за цикл вимірювання і є частиною характеристики системи одиниць вимірювання СІ. Надважливим є практичне визначення частоти змінного струму для усіх сфер наукової і не тільки діяльності, а також для практичного використання. Особливим або ж навіть основним показником для нас це є в електричній техніці, радіоелектронній техніці, телекомунікаційній техніці та системах тощо. Для нашого вимірювання цей параметр є найважливішим, як у буденному житті, так і на виробництві й процесі роботи в будь-яких стадіях циклу виготовлення різноманітного краму.

Також, чисто з точки зору фізики частота являє собою для нас деяку величину, котра обернена до періоду коливання струму, в свою чергу можна зробити висновок, що це кількість повністю виконаних циклів зміни

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 17
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		



електрорушійної сили, що змінився протягом однієї секунду[2].

Відомо, що в змінному струмі електрони рухаються в провіднику з початку в одну сторону, а після в іншу. Таким чином шляхом в дві сторони, що виконаний у певний проміжок відведеного нам часу, котрий в свою чергу називається або може бути зображений, як період змінного електричного струму мережі. Частотою можна безумовно назвати наявну кількість даних коливань протягом однієї секунди вимірювання. В якості величини вимірювання прийнято рахувати  $\Gamma$ , на честь німецького вченого Г. Герца.

При необхідності для дослідження частоти на виробництві й в побути використовуються частотоміри — прилади, котрі спеціалізуються на тому, що використовуються при фіксації гармонічного спектру сигналу або ж за для виміру частоти, що є мірою періодичного процесу.

Існую багато прикладів устаткування, котрим можна виміряти частоту, що можуть поділятися за такими наявними типами за принципом дії:

- Прилади з електромагнітом;
- Феродинамічні прилади;

Також вони поділяються за конструкцією:

- Такі, що знаходяться у щитку;
- Такі, котрі можна переносити;
- Такі, що стаціонарно розміщуються й не переносяться .

Приладами котрими вимірюють частоти можна поділити на аналогові та цифрові. Головною відмінністю і них є те, що в аналогових приладах результат вимірювання завжди відображають за допомогою показання, іншими словами переміщенням, стрілки, на відміну від них. цифрові відображають показання на екрані цифрового монітору.

Для вимірювання частоти використовують прилади, що поділяються на такі основні підвиди:

1) з працюючим електромагнітом (рис. 1.6): такий частотомір представляє собою певним чином електромагнітний логометр, при цьому до його кола з котушок були підключені контури, котрі резонують, що

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 18
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

налаштовані в свою чергу на декілька різних частот.

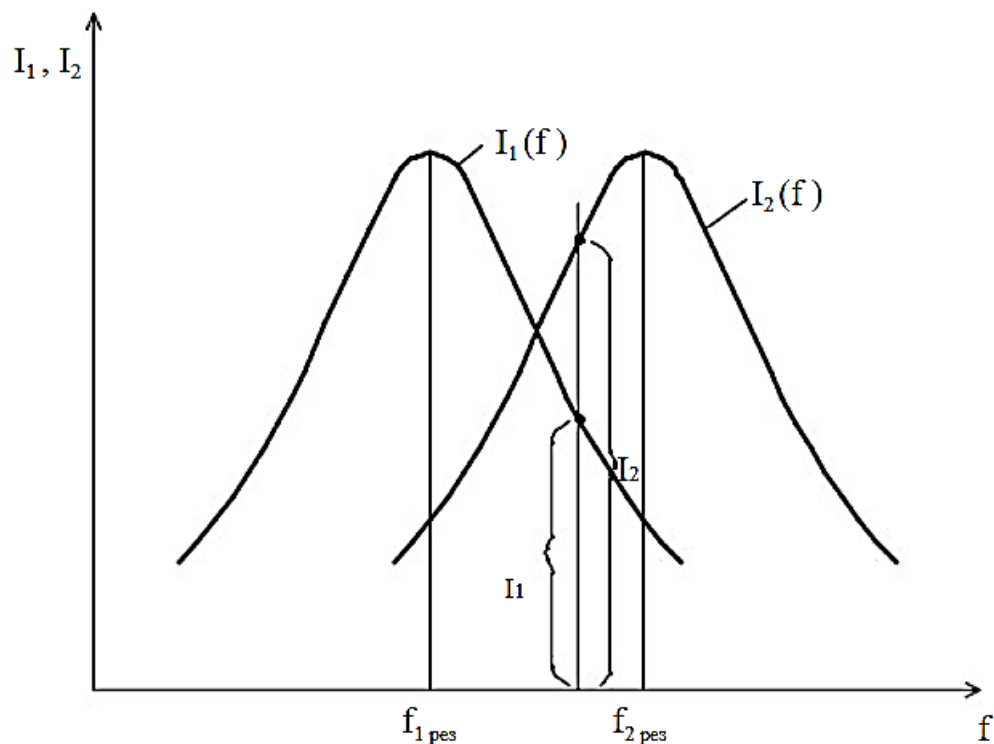


Рис. 1.6. Характеристика електромагнітного частотоміра

Графік відображає, залежність значення частоти  $\Phi_x$ , котра лежить в інтервалі між  $f_{1рез}$  і  $f_{2рез}$  чисельно відповідає певне значення сили струму  $I_1$  і  $I_2$ , і з цього ми можемо зробимо такий висновок, котрий свідчить, що отримуються певні значення логометра. Що в свою чергу дає можливість що до градування шкали логометра, котрий пристуній безпосередньо в значеннях частоти[2];

Частотомір Е4- це прилад, що має досить малі габарити і в свою чергу призначений за для вимірювання частот у дуже розгалуженому діапазоні. Але саме для нас він є дуже цікавим через те, що його здатність вимірювати частоту в проміжку  $45\text{--}55\text{ Гц}$  відповідає значенню частоти в мережах електропостачання України. При необхідності для цього частотомір здатен вимірювати частоту до  $1550\text{ Гц}$ . Нижче буде наведене схема принципу дії даного приладу, котру зображено на рисунку 1.7.

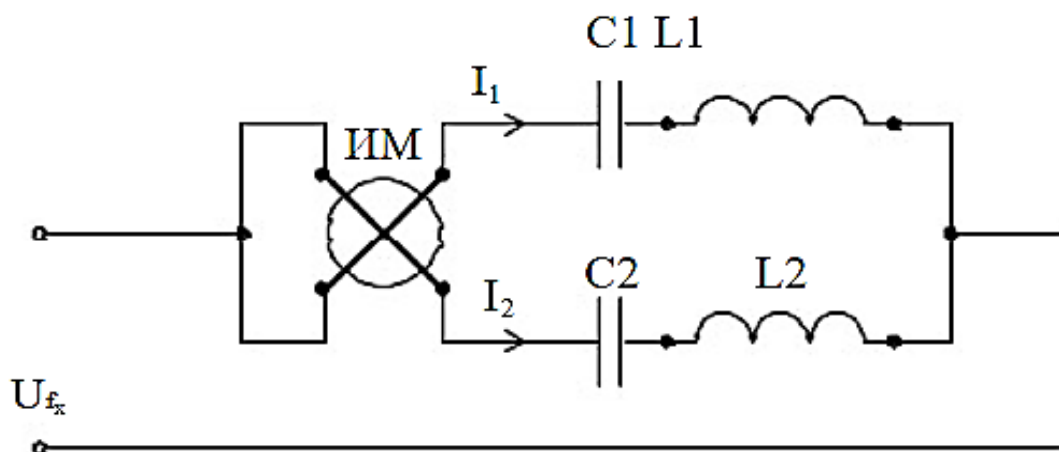


Рис. 1.7. Принципова схема частотоміра Е4

В Україні стандартною вважається частота струму, що чисельно дорівнює  $50 \text{ Гц}$ . В свою чергу означає це те, що синусоїдний графік струму у випадку руху протягом 2 секунд 100 разів рухається в одному напрямку і в зворотному також 100, тобто він проходить 200 разів крізь нульове значення. Можна навести за для прикладу лампу розжарювання. Тобто лампа, котра розжарюється 200 разів кожні 2 секунди вмикається та вимикається. Але помітити це для людського ока майже не можливо, враховуючи особливості нашого зору. На рис. 1.8 ми відображуємо графік для наочного розуміння[3].

За для того щоб виміряти низькі частоти нам необхідно використовувати мостовий метод, також способом порівняння з фіксованими частотами за допомогою акустичного відбиття, при необхідній допомозі осцилографа або ж іншими наявними для нас у використанні способами.

Необхідність для нас фіксації високих частот та надвисоких є неоціненною і для цього використовується резонансний спосіб для виміру таких необхідних показань частоти.

При необхідності визначення частот також можна використовувати метод розрядки та підзарядки конденсатора а тобто дискретного розрахунку, котрій повністю відповідає усім нормам обрахунку та виміру частоти. Тобто, змінний струм частоту  $f(x)$  котрого потрібно виміряти перетворюють в послідовність односторонніх імпульсів з частотою повтору рівній  $f(x)$ .

$$f_x = \frac{N}{\Delta T} \quad (1.2)$$

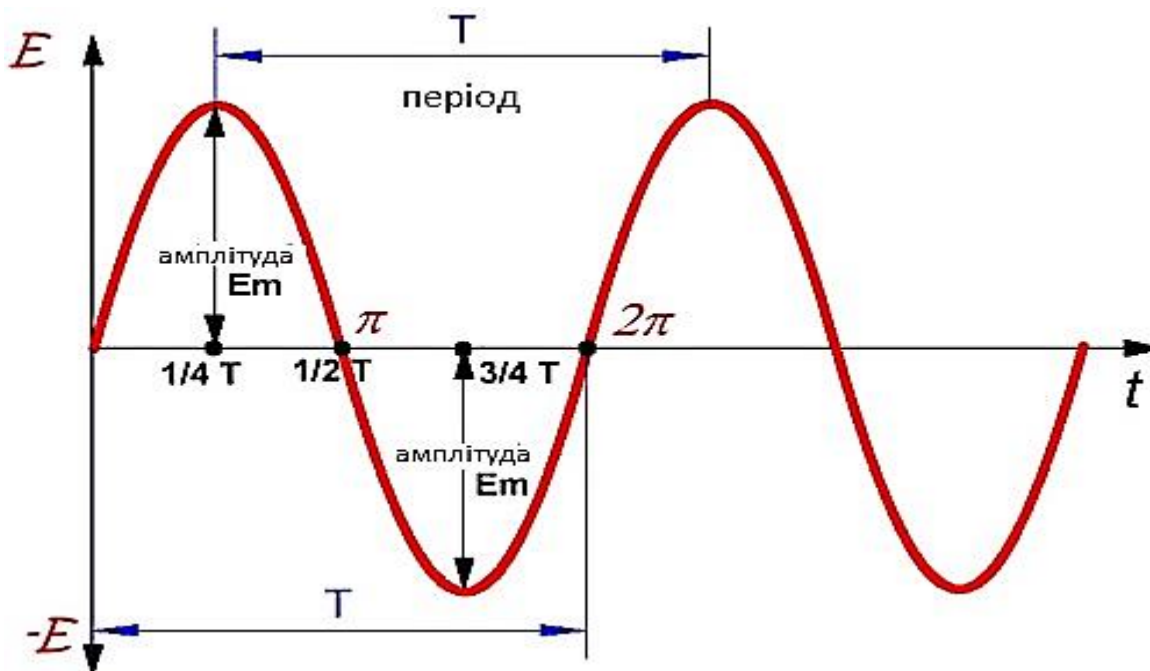


Рис. 1.8. Графік перемінної напруги

### 1.5. Визначення поняття якості електричної енергії

Якість електроенергії, що постачається споживачу, нормується за певними показниками за допомогою ГОСТ 13109–97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення» [1]. За цим документом контролюється якість електроенергії за 12 показниками. Якість контролюється за відхиленнями параметрів від їх номінального або допустимого рівня і є векторною величиною, причому результатом контролю є висновок — задовольняє якість електроенергії вимогам ГОСТу або не задовольняє. Енергопостачальна організація відповідає за якість усталених значень відхилень напруги та частоти від номінальних значень, тривалість провалу напруги, перенапруження та імпульсну напругу. Для поліпшення якості за іншими показниками виявляються споживачі, які вносять в мережу завади, їм пропонується облаштувати на вході захисні пристрої, або мережа сегментується таким чином, щоб завади не впливали на інших споживачів[3].

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 21
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

Встановлено два рівня норм якості електроенергії: нормально допустимі та гранично допустимі.

Відхилення напруги характеризується показником - усталене відхилення напруги  $dU_y$ . На затискувачах споживачів електричної енергії нормовані значення дорівнюють відповідно  $\pm 5\%$  і  $\pm 10\%$  від номінального значення напруги мережі. Норми по цьому показнику якості електроенергії в точках загального приєднання споживачів до мереж напругою  $0,38\text{ кВ}$  повинні бути встановлені у договорах на використання електричної електроенергії між організацією, що здійснює постачання енергії і споживачем.

Так само можна й охарактеризувати не симетрію вимірюваної нами напруги, що повинна бути охарактеризована наведеними нижче показами:

- коефіцієнт не симетрії електричної енергії за поворотною послідовністю  $K_2U$ ;

- також існує такий параметр, як коефіцієнт не симетрії напруги по нульовій послідовності  $K_0U$ . Показання цих даних у загальних межах приєднують в мережах, що чисельно рівні  $0,37\text{ кВ}$  дорівнюють  $2.1\%$  і  $4.1\%$ .

Провал напруги характеризується, такими проміжками часу, при котрих встановлюється у електричній мережі змінного струму провал обсягом до  $20\text{ кВ}$  не більше  $30\text{ с}$ . Для автоматичної зміни такого не великого по вимірюваній величині провалу електричної енергії у всіх наявних і досліджуваних нами точках приєднують в коло змінного електричного струму в мережі, а також визначається за повним часом роботи релейного протектору та наявної у використанні автоматики[1].

Відхилення напруги — на ланках, досліджуваної мережі змінного струму в колі, у котрому ми повинні виміряти значення показнику електроенергії: нормально допустимим значенням буде вважатися відхилення  $\pm 5.0\%$ , а в свою чергу максимально можливим буде  $\pm 10.0\%$  — в точках з приєднання до споживачів у коло електричної мережі з показанням напруги, що не перевищує  $0,380\text{ кВ}$  і в більшій мірі необхідний мати

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 22
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

встановлені в документах, що склалися при підключенні для споживання змінного струму між наприклад ПАТ “Київенерго” та кінцевим споживачем, що включає в себе необхідність притримування норм та обмежень відхилень якості струму від наявного в Україні стандарту на точках підключення кінцевих споживачів електричної енергії в місті Київ[1].

Коливання напруги:

- взаємозв’язок  $dU_t$  % від частоти змін напруги що повторюються за вимірюваний проміжок часу, що рівний одній стандартній хвилині часу;
- значення суми  $dU_y + dU_t$  в точках приєднання до мереж 0,38 кВ до  $\pm 10$  %;
- граничне допустиме значення для коротко термінової дози флікеру  $P_t$  1.38, а для тривалої дози флікера 1 (форма коливань відрізняється від меандру) [1].

Несинусоїдальність напруги:

- коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги  $K_u$  % (табл. 3);
- коефіцієнт  $n$ -ї гармонічної складової напруги  $K_u(n)$  %;
- не симетрична напруга у колі змінного струму;
- точкове загальне підключення до електричної мережі змінного струму, що чисельно рівне 2.0 % і 4.0 %;
- у точках, що слугують для загального підключення до чотирьох найбільш розповсюджених електричних мереж з напругою 0,380 кВ 2.0 % і 4.0 %.

Гранично допустимим відхилення вимірюваної частоти можна чисельно назвати  $\pm 0,200$  Гц і  $\pm 0,400$  Гц[1].

Провал напруги: це припустимі значення по тривалості вимірюваного провалу в мережі змінного струму напруги, що чисельно вимірюється та лежить в мережах до 20.000 кВ включно та по часу не перевищує або ж дорівнює 30 с. Тривалість провалу напруги, котрий зникає без сторонньої допомоги в точці, до котрої при приєднання в мережах змінного струму

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 23
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

вимірюється витримками за часом релейного захисту а також наявної автоматики[1].

Імпульс напруги:

- грозові-електричні імпульсні напруги мережі змінного струму, котру ми досліджуємо;
- комутаційні 0,380 кВ – 4.500 кВ; 5.90 кВ – 28.0 кВ; 10 кВ – 43.10 кВ; 35.0 кВ – 148 кВ; 110 кВ – 363 кВ[1].

## 1.6. Аналого-цифрове перетворення

АЦП — такий пристрій для виконання поставлених задач, котрий виконує необхідні для нас перетворення вхідного аналогового сигналу в потрібний для обробки даних дискретний код. А дискретний код може бути своєю чергою цифровим та квантовим.

АС — сигнал, що передає дані в якого кожен з параметрів можливо відобразити та описати за допомогою функції часу з вічною кількістю значень.

Функції, що не мають провалів:

1. Прямою є функція електричної напруги;
2. Колом може бути положення стрілки аналогового годинника, ротора а також це може бути фазою несучого сигналу;
3. Відсутність чітких та яскраво виражених відмінностей один від одного на дискретному рівні сигналу, призводить до відсутності можливості опису їх в тому вигляді в котрому інформація буде відображатися в звичному для нас вигляді квантового коду. Інформацією котру нам необхідно знати і, котра міститься в одному зі звітів буде обмежено лише динамічним діапазоном нашого, використаного для виміру пристрою.

Динамічним діапазоном називають таку характеристика приладу або ж системи вимірювання, котра має призначення для перетворення, зберігання деякої виміряної величини, котра в свою чергу може бути логарифмом від відношення мінімального до максимального з можливих вимірних значень

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 24
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

величин, котрі є вхідним параметром для приладу:

1. Відсутня надлишковість. З безперервності простору значень ми отримуємо такий параметр, при котрому будь яка перешкода, котра була внесена в вимірюваний сигнал унеможлиблює сприйняття окремо сигналу ті всіх зміни, котрі були на заваді при внесені в сигнал та відображені на кінцевому результаті і в такому випадку початкова амплітуда не може бути відновлена за наявних обставин та змін[6];

2. Несучим сигналом необхідно рахувати такий сигнал, в якому один або декілька параметрів можуть підлягати модуляції. Змінами а також їх вплив на значення визначається моментними значеннями нашого інформаційного сигналу, котрий пройшов модуляцію.

Модуляцією ми можемо назвати такий процес, при котрому зміна декількох або ж багатьох наявних параметрів частоти коливання за законом частоти інформаційного сигналу, котрий ми досліджуємо[6].

Квадратною модуляцією — можна назвати такий різновид амплітудної за своїм принципом дії модуляції наявного або ж іншими словами досліджуваного сигналу мережі змінного струму, що для нас представляє собою певну суму коливань, що переносять заряджені частинки однієї частоти але які мають у своїй природі зсув за фазою один відносно одного на кут, що чисельно рівний 90 градусів.

Фазова модуляція — один з видів модуляції при котрому фаза несучого коливання управляється інформаційним сигналом[6].

Амплітудна модуляція — вид модуляції при якому зміна параметру сигналу, що досліджується є амплітуда.

В досліджуваній нами площині сигналів присутні лише пара сигналів, котрі ми в силах описати на даний час « $L$ » та « $l$ »:

1. « $l$ » — такий наявний простір, котрий характеризується кількістю коефіцієнтів вченого на прізвище Фур'є;

2. « $L$ » — в свою чергу є ореолом постійних за часом та безперервних за дією досліджуваних нами аналогових сигналів.

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 25
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		



Одним з надважливих для нас понять є так зване відношення сигнал / шум — що в свою чергу можна назвати відношенням потужності вимірюваного корисного сигналу до потужності усіх наявних при цьому вимірюванні побічних шумів. Його можна чисельно вирахувати за формулою(1.3):

$$SNR = \frac{P_{sig}}{P_{шум}} = \left( \frac{A_{sig}}{A_{шум}} \right)^2, \quad (1.3)$$

де  $P$  — потужність,  $A$  — амплітуда.

### 1.7. Види аналого-цифрових перетворювачів

Агато можна говорити, про види та типи існуючих в наш час за для забезпечення потреб користувача основних підвидів складу АЦП. В свою чергу всі наявні підвиди також можна розподілити а ще більшу кількість різновидів, котрі було зображено в таблиці, що знаходиться нижче (рис. 1.9). В супереч розповсюдженій думці за призначенням прилади, що слугують за для для вимірювання різних важливих для нас показань використовують також і відмінні один від одного АЦП[7].

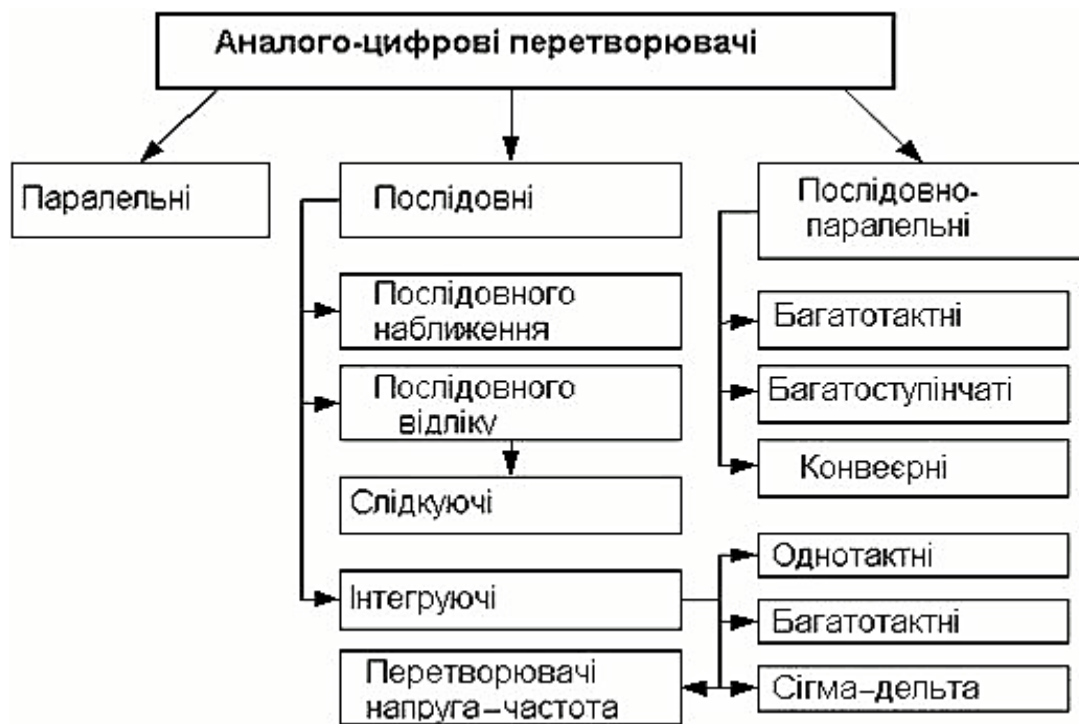


Рис. 1.9. Види аналого-цифрових перетворювачів

#### 1.7.1. Паралельні аналого-цифрові перетворювачі

Більша частина приладів, що мають схильності до високочастотного вимірювання та майже усі осцилографи використовують в своєму компонуванні паралельні АЦП, для необхідності цього призвело ту, що необхідна в конструкції висока швидкість перетворення. Зазвичай паралельні АЦП мають розширення до восьми розрядів але паралельні зустрічаються також і з десятима розрядами.

На рисунку 1.10 ми можемо спостерігати спрощено зображений рисунок паралельного АЦП, котрий має три розряди, він створений для перетворювачів, що мають велике розширення. Для використання багатьох компараторів, і кожного окремого для нас немає жодних перепон і для порівняння вхідної напруги, така напруга для кожного компаратора формується на прецизійному дільнику. Для прикладу, восьми-розрядному АЦП необхідно вже більше ніж наявні 255 компараторів[8].

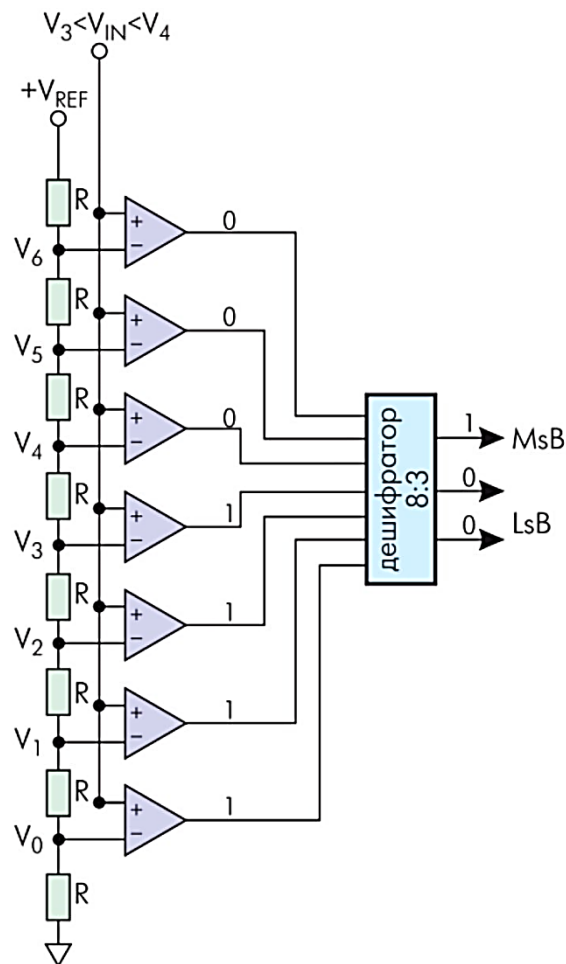


Рис. 1.10. Блок-схема 3-розрядного паралельного АЦП

Якщо для нас необхідно збільшити напругу на вході наших компараторів ми в свою чергу встановлюємо власні вихідні позиції що до логічної «1» замість логічного «0», отже дія починається з компаратора, котрий може бути відповідальним за початковий розряд необхідний для цієї дії. В загальному вигляді нам необхідно зобразити АЦП, що є в свою чергу для нас та в даному вимірюваному сегменті дій ртутним тахометром, тобто якщо збільшити в даний час температурний стовпчик тоді ртуть в свою чергу піднімається вгору. На рис. 1.10 вхідна напруга попадає в такий інтервал, в котрому  $V_2$  та  $V_3$ , що може призводити до того, що наші використані при побудові 4 найнижчі компаратори будуть на виході «1», а на горі три будуть оберненими — «0». Дешифратор перетворює семи зарядне цифрове слово з виходів компаратора у нуль-один 3-розрядний код, котрий необхідний для нас.

Використання таких перетворювачів в свою чергу також не позбавлене великої кількості недоліків, котрі ми повинні враховувати при обранні того, чи іншого типу АЦП:

- Вони по своїй структурі завжди, без винятку мають потребу в споживанні великої кількості напруги змінного струму мережі або ж батареї пристрою;

- Тому це унеможливилося їх використання в тих приладах, котрі використовують для енергоживлення не мережу, а переносну батарею-джерело струму.

#### 1.7.2. Аналого-цифрові перетворювачі послідовного наближення

Якщо гостро встала потреба у використанні АЦП, котрі мають таке розширення по розрядності як 12, 14 або ж 16, а також немає потреби у малій за часом, а тобто швидкій обробці даних і є потреба в здешевленні нашого виробу необхідно обрати за основу аналого-цифровий перетворювачі послідовного типу наближення. Такий АЦП повинне використовуватися та бути широко розповсюдженим, адже він є актуальним для усіх приладах вимірювання та системах, котрі слугують за для збору різних за призначенням та описом даних. Такі перетворювачі мають в своєму розпорядженні можливості для вимірювання напругу з такою точністю, що чисельно є рівною 16 розрядам, котрі в свою чергу мають володіти та частотою дискретизації  $100.0\text{ К}$ . Рисунок 1.11 відображає спрощену схему наявного в побуті АЦП.

Початком циклу можна рахувати перетворення, в котрому всі виходи цього регістру встановлюються на логічний 0, окрім наявного в процесі 1-шого розряду, котрій присутній. У наслідку до цього на виході не зовнішнього ЦАП перетворювача формується такий, важливий для нас сигнал, що буде чисельно рівний або ж наближений до половині вхідного сигналу діапазону АЦП. На вихід з наявного у конструкції АЦП компаратора він переключається в такий режим, за для якого визначається різниця між

сигналами на виході АЦП та вхідною напругою мережі змінного струму кола, до якого приєднано нашу систему, що вимірює необхідні для нас показання [9].

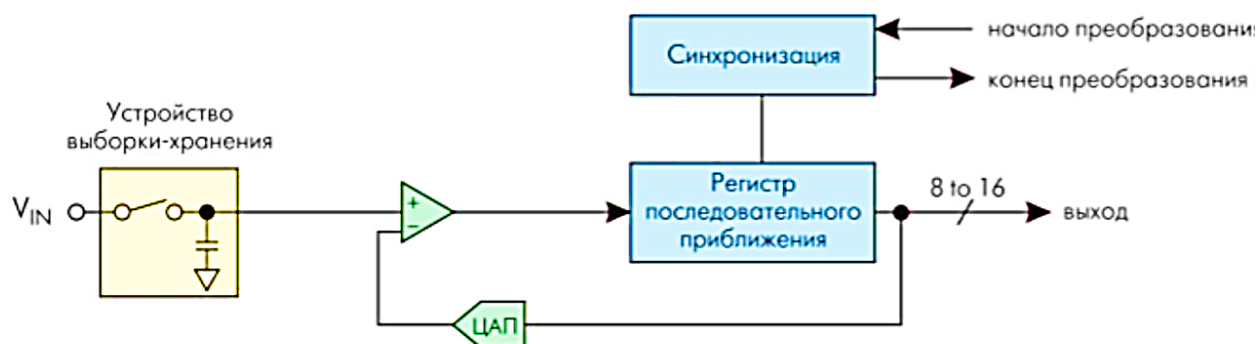


Рис. 1.11. Блок-схема АЦП послідовного наближення

При початку циклу розрахунку, що слугують для перетворення на всіх виходах нашої системи повинен з'явитися логічний за своєю природою нуль, але винятком слугує перший біт, котрий буде починатися з параметру, котрий являє собою логічну одиницю. При виконанні цих дій на виході внутрішнього цифро-аналогового перетворювача ми можемо сказати, що формується сигнал, котрий за своєю природою чисельно рівний або приблизно наближається до половини сигналу вхідної напруги, котра в свою чергу є діапазону АЦП. Також можна обґрунтовано заявити, що на виході наявного у використанні компаратора відбувається переключення такого режиму роботи, в котрому ми можемо без перешкод визначити різниця між сигналом на виході АЦП та вхідною за своїм походженням напругою, що вимірюється нами під час експерименту[9].

Отже, можна заявити якщо при заході напруги меншої від половини вимірюваного вхідного діапазону перетворювача, наявного в вимірювальному колі, в такому випадку вихід напруги наявного компаратора приймає значення уявного «нуля», що в свою чергу надає регістру команду переключатися в такий стан, при якому можна проводити вимір, що в свою чергу призводить до зміни вхідної напруги з оберненого перетворювача, що слугує за для передачі на наш присутній у колі виміру компаратор. Якщо

враховуючи все, що вище перераховано вихід компаратора досі може бути на такій логічній позначці як «нуль», тоді вихідний сигнал системи набуває такого значення при якому переключасться в положення, що сприяє виміру але на такому такті перетворення вхідної електричної, вимірюваної в колі змінного струму напруги ЦАП менше, ніж вхідна змінна наявна напруга і компаратор повинен змінитися та набутти стану логічної «одиниці». Безумовно це сприяє тому що наша система послідовного зберігає необхідність зберегти «одиницю» на другому розряді та подати «одиницю» на третій розряд, коли в колі виміру після цього всього уявна робота виконується до останнього наявного в системі біту. Таким чином АЦП послідовного наближення потребує один внутрішній такт для перетворення для кожного розряду або  $N$  тактів для  $N$ -розрядного перетворювача. Зображено все це на рисунку 1.12.

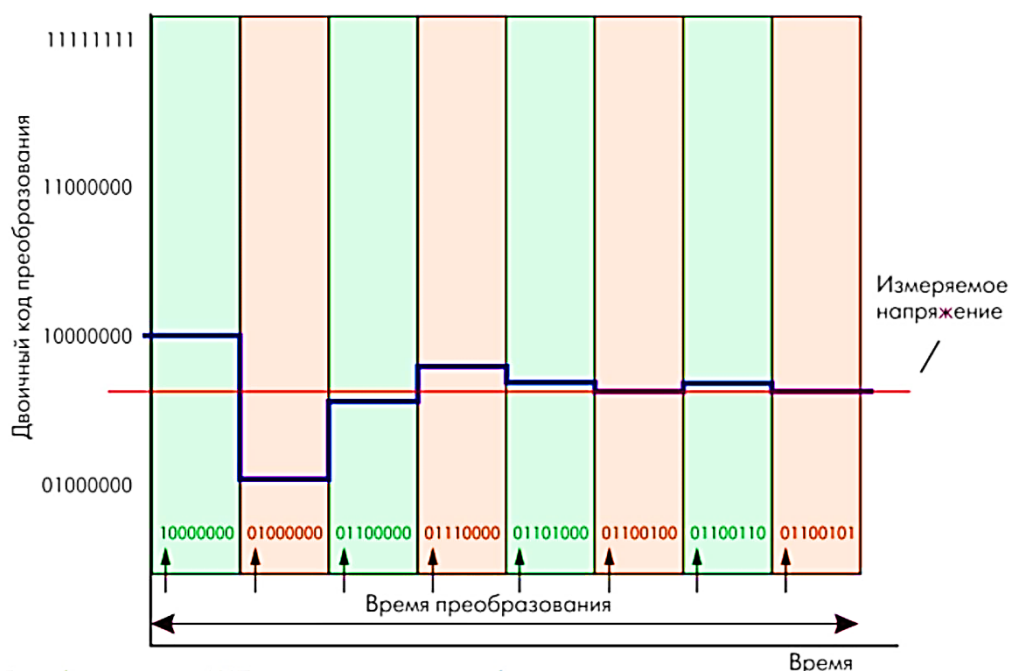


Рис. 1.12. Принцип роботи послідовного АЦП

Отже, можна оцінити все вище перераховане а також зробити певний висновок що до АЦП, що ґрунтується на принципі послідовного наближення. Вони в свою чергу мають особливості, що повинні бути враховані при виборі АЦП для досягнення поставлених перед нами задач, за

для виконання конструкторських задач Таким чином ми робимо висновок, що напруга на при покиненні ЦАП при кожному значенні  $N$ , так званих внутрішніх тактів відображення повинне орієнтуватися по рівних між собою за числовим значенням проміжкам при вимірюванні часу, та в реальності такий проміжок завжди перевищує усі інші, котрі наявні. Робимо висновок, що час перетворення будь-якого п'ятнадцяти-розрядного перетворювача, що за типом є послідовним наближається більше ніж у 2 рази перевищуючий час перетворення в порівнянні з АЦП, що має вісім розрядів[10].

### 1.7.3. Сігма-дельта АЦП

Найбільш розповсюдженим серед АЦП з високою швидкістю перетворення безумовно назвати можна сігма-дельта АЦП, це в свою чергу може мати наслідки за допомогою котрих використання АЦП послідовний може бути під сумнівом, але все ж враховуючи необхідність у великій роздільній здатності. Сігма-дельта АЦП, котрі мають шістнадцяти бітну розрядності слугують для задання частоту дискретизації, що чисельно рівна або ж наближена приблизно до  $100.000K$  від./с., а ось при наявності двадцяти чотирьох бітів ця частота буде суттєво зменшується, кажучи в числовому еквіваленті він буде становити до  $1K$  розрядів/с та менше, що залежить від пристрою, котрий ми використовуємо при замірі в експерименті.

АЦП, що носять назву сігма-дельта за принципом роботи досить складні але нижче буде описано як він працює. За принципом дії такі перетворювачі наближаються до класу інтегруючих. Особливістю такого типу АЦП є те, що частота слідування вибірок, при яких проходить аналіз напруги сигналу, що вимірюється суттєво перевищує частоту відображення звітів на виході АЦП, тобто частоту дискретизації.

Сігма-дельта АЦП можуть бути використані для вирішення широкого спектру поставлених перед нами задач при створенні унікальних систем, котрі в свою чергу широко використовуються при потребі у зборі наявної

при дослідженні інформації, а також у дослідницькій техніці та іншого, при відсутності високої потреби у частота дискретизації, що повинна бути дуже високою та і необхідності п'ятнадцяти-бітної роздільної здатності наявного перетворювача[10].

Наявну та дуже наглядну схему такого АЦП зображено на рисунку 1.13. Інтегратором можна назвати такий пристрій на котрий подається напруга, що присутня в досліді, він в свою чергу завжди приєднаний до компараторів, котрі на прямо підключені до одно-бітного АЦП. При послідовному додаванні ЦАП компаратор та відповідно інтегратор дають так званий потік послідовних бітів.

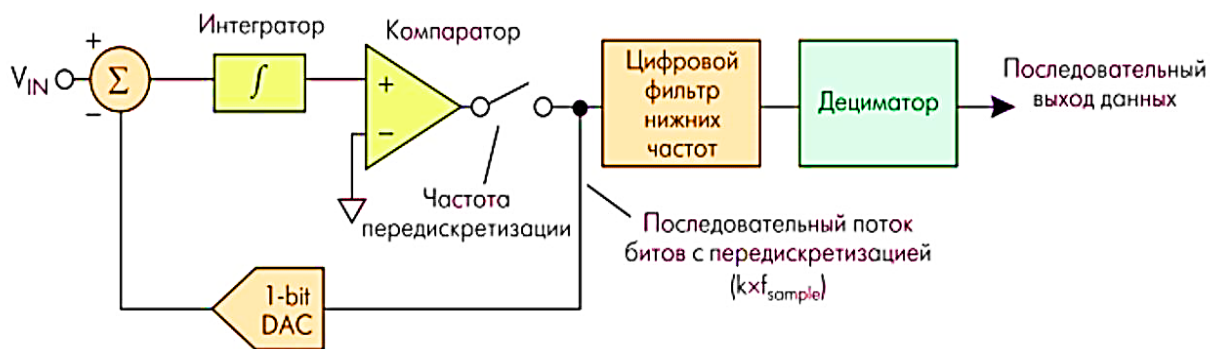


Рис. 1.13. Сіigma-дельта АЦП

Результуюча цифрова послідовність після цього подається на фільтр нижніх частот подається на фільтр низьких частот для того, щоб заглушити компоненти з частотою, що вища ніж частоті Котельникова, що собою складає половину частоти дискретизації АЦП.

#### 1.7.4. Інтегруючі АЦП

Найчастіше мультиметри, котрі в свою чергу є цифровими використовують АЦП, що класифікується як двотактного інтегрування, в свою чергу це ґрунтується на тому, що такі пристрої у використанні дають можливість отримувати при перетворенні високу роздільну здатності, а тж цей підвид АЦП має хорошу захищеність від завад, що надає змогу використовувати у несприятливих умовах виробництв, тощо. Він досить



простий за принципом застосування та роботи Вхідний сигнал заряджає конденсатор протягом фіксованого часу, який зазвичай складає один період частоти мережі, до якої приєднаний. При інтегруванні вхідний сигнал протягом такого проміжку часу є достатнім для того, щоб високочастотні сторонні завади були приглушені. Одночасно з цим стає неможливим вплив нестабільності напруги мережевого джерела напруги на точність перетворення. Це відбувається тому, що значення інтегралу від синусоїдального сигналу дорівнює нулю, якщо інтегрування здійснюється в тому часовому інтервалі, який є кратним до періоду вимірюваної синусоїди.

Тобто за для припинення дії часового заряду АЦП повинен повністю розрядити конденсатор з відомою для даного типу пристроїв швидкістю, підчас цього внутрішній лічильник підраховує кількість тактових імпульсів за час розряду конденсатора. А отже можна зробити такий висновок, що чим довше буде проходити розрядка конденсатора, тим більшу кількість показань можливо буде з цього записати[10].

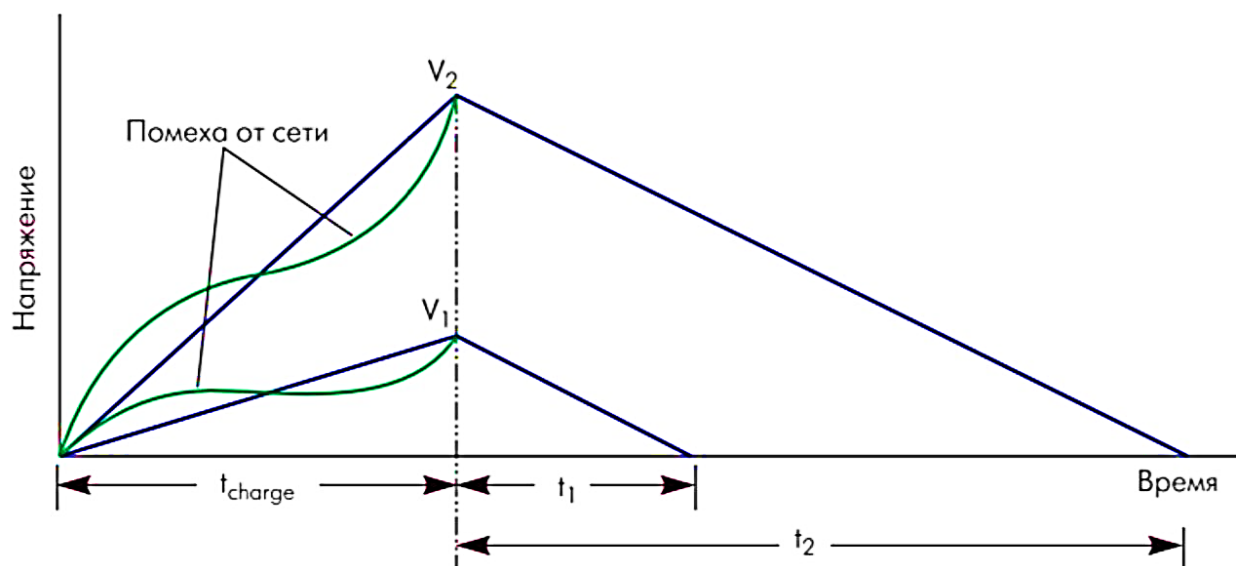


Рис. 1.14. Блок-схема принципу дії інтегруючого АЦП

Для таких АЦП, що мають назву інтегруючі існує свій список що до їхніх переваги та недоліки, переваги:

- досить висока, як для подібного перетворювача точність;

- надійна та висока для перетворювача роздільна здатність;
- проста в будові АЦП.

Також це дає нам підстави для виконання його у такому вигляді, як інтегральна мікросхема.

Основними для нас недоліками, що є важливими при врахуванні обрання АЦП зі списку є:

- в свою чергу певний час може займати й займає інтегрування що призводить до того, що за приблизно великий об'єм часу, котрий зумовлений тим залежить від періоду мережі змінного струму від якої надходить енергозабезпечення;

- отже збільшуючи числовий еквівалент інтеграції ми діємо в цілях помітного та не досить раціонального зменшення захисту нашого АЦП від завад. Тобто такий АЦП, котрий використовують для 50-герцових приладів повинен мати частоту дискретизації, котра не буде перевищувати двадцять п'ять відліків / с[3].

#### 1.7.5. Специфікація АЦП

В загальному випадку прийнято що необхідно використовувати такий АЦП котрий буде при всіх своїх недоліках зберігати характеристики, котрі будуть надаватися за документацією виробника АЦП і повинні бути заданими не дуже заплутаними у сприйнятті робітником. Коли необхідно обрати АЦП потрібно неквапливо дослідити наявні джерела інформації що до обраного підвиду пристрою, котрий буде необхідний для дослідів, а отже потрібно підняти широкий пласт технічної та наукової документації.

Найчастіше плутають такі два поняття, хоча два даних поняття є мало пов'язані між собою їх дуже часто плутають між собою:

- точність при вимірах;
- роздільна здатність наявного пристрою

Роздільною здатність називають такий параметр, котрий не можна

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 35
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

назвати таким, що є ідентичним до іншого поняття на ймення точність, наприклад для дванадцяти-розрядного АЦП існують варіанти, коли він має більшу точність й так само з восьми-бітним все може бути навпаки. Для наявного на ринку у продажі широкого спектру перетворювачів, в котрих для АЦП роздільна здатність являє собою певну міру того, якою кількістю сегментів володіє вхідний діапазон котрий вимірюється за допомогою аналогового сигналу.

В свою чергу точність характеризує сумарну кількість відхилень результатів перетворення від свого ідеального значення для даної вхідної напруги, тобто роздільна здатність характеризує потенційні можливості АЦП, а загальне значення параметрів точності визначає реалістичність реалізації потенційної можливості[10].

Аналоговий перетворювач призначений для перетворення всіх аналогових сигналів, котрі до нього поступають за для перетворення його в квантовий або ж цифровий код, тобто реальні перетворювачі , котрі мають можливість придбати користувачі мають надаватися у вигляді мікросхем, котрі в свою чергу не мають в своєму процесі можливості перетворити сигнал в ідеальному вигляді, причини, що слугують причиною наведені нижче:

- розрив технологічних параметрів в процесі виробництва
- також має місце такий параметр як завади, що створюються зовні.

Отже сталим висновком до розкриття суті перетворювачі є те, що створити сигнал, котрий не буде мати похибок майже не можливо, але ми повинні йти до цього за для покращення роботи готових приладів, що мають у своїй конструкції АЦП, отже в супровідній документації при придбанні АЦП ми можемо побачити всі наявні похибки:

- похибки статичного типу;
- похибки динамічного типу.

## 1.8. ГОСТ 13109–97 «Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагніту»

Стандарт встановлює показники і норми якості електричної енергії (КЕ) в електричних мережах систем електропостачання загального призначення змінного трифазного і однофазного струму частотою  $50\text{ Гц}$  в точках, до яких приєднуються електричні мережі, що перебувають у власності різних споживачів електричної енергії, або приймачі електричної енергії (точки загального приєднання) [1].

Норми КЕ, встановлені цим стандартом, є рівнями електромагнітної сумісності для кондуктивних електромагнітних завад в системах електропостачання загального призначення. При дотриманні зазначених норм забезпечується електромагнітна сумісність електричних мереж систем електропостачання загального призначення і електричних мереж споживачів електричної енергії (приймачів електричної енергії)[1].

Норми, встановлені цим стандартом, є обов'язковими у всіх режимах роботи систем електропостачання загального призначення, крім режимів, обумовлених:

- винятковими погодними умовами і стихійним лихом (ураган, повінь, землетрус і т. п.);
- непередбаченими ситуаціями, викликаними діями сторони, що не є енергопостачальною організацією і споживачем електроенергії (пожежа, вибух, військові дії і т. п.);
- умовами, регламентованими державними органами управління, а також пов'язаними з ліквідацією наслідків, викликаних винятковими погодними умовами і непередбаченими обставинами.

Норми, встановлені цим стандартом, підлягають включенню в технічні умови на приєднання споживачів електричної енергії та в договори на користування електричною енергією між електро-постачальними і організаціями та споживачами електричної енергії[1].

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 37
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

Норми, встановлені цим стандартом, є обов'язковими у всіх режимах роботи систем електропостачання загального призначення, крім режимів, обумовлених:

- винятковими погодними умовами і стихійним лихом (ураган, повінь, землетрус і т. п.);
- непередбаченими ситуаціями, викликаними діями сторони, що не є енергопостачальною організацією і споживачем електроенергії (пожежа, вибух, військові дії і т. п.);
- умовами, регламентованими державними органами управління, а також пов'язаними з ліквідацією наслідків, викликаних винятковими погодними умовами і непередбаченими обставинами.

Норми, встановлені цим стандартом, підлягають включенню в технічні умови на приєднання споживачів електричної енергії та в договори на користування електричною енергією між електро-постачальними організаціями та споживачами електричної енергії[1].

### **1.9. Визначення, позначення та скорочення**

У цьому стандарті застосовують терміни, наведені в ГОСТ 19431, ГОСТ 30372, а також такі:

- СЕЗП — сукупність електроустановок і електричних пристроїв енергопостачальної організації, призначених для забезпечення електричною енергією різних споживачів (приймачів електричної енергії);
- ЕМЗП — електрична мережа енергопостачальної організації, призначена для передачі електричної енергії різним споживачам (приймачів електричної енергії);
- ЦХ — розподільний пристрій генераторного напруги електростанції або розподільний пристрій вторинного напруги понижуючої підстанції енергосистеми, до яких приєднані розподільні мережі даного району[11];

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 38
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

– ТЗП — точка електричної мережі загального призначення, електрично найближча до мереж розглянутого споживача електричної енергії (вхідним пристроєм розглянутого приймача електричної енергії), до якої приєднані або можуть бути приєднані електричні мережі інших споживачів (вхідні пристрої інших приймачів);

– СЕЕ — юридична або фізична особа, яка здійснює користування електричною енергією (потужністю) [11];

– кондуктивна перешкода в системі енергопостачання — це така перешкода, котра в собі несе електромагнітну заваду, котра в свою чергу розповсюджується за елементами електричної мережі;

– рівень електромагнітної сумісності в системі енергопостачання - регламентований рівень такої електромагнітної перешкоди, що використаний в якості еталону для координації між допустимим рівнем перешкод, що вносяться технічними засобами енергопостачальної організації та споживачів електричної енергії, і рівнем перешкод, більш прийнятною технічними засобами без порушення їх нормального функціонування[11];

– огибає середньоквадратичних значень напруги — ступінчаста тимчасова функція, утворена середньоквадратичними значеннями напруги, дискретно певними на кожному на півперіод напруги основної частоти;

– флікер — суб'єктивне сприйняття людиною коливань світлового потоку штучних джерел освітлення, викликаних коливаннями напруги в електричній мережі, яка живить ці джерела[11];

– дозування флікеру — така собі інформативна складова, котра визначає міру сприйняття людиною впливу, котрий проводить флікер за певний визначений проміжок часу;

– частота з якою відбувається зміна напруження кола — число змін, що чисельно можна зазначити як одиночна зміна напруги, за одну єдину одиницю часу;

– час визначення флікера — такий об'єм часу, за котрий людина може встигнути сприйняти флікер, котрий був викликаний за коливаннями

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 39
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

напруги за необхідної або зайвої форми;

– провали вимірюваної напруги — можна зазначити як раптове пониження точкового заряду в електричній мережі, що є нижчою від 0.9, якщо слід відновити напругу то для початкового або наближеного до нього показання через такий дійсний проміжок у часі від десяти секунд до десятків секунд при вимірі;

– тривалість провалу напруги — інтервал часу, що слугує для нас показником, котрий можна назвати таким як почато моментного, або ж більше за часом, зникнення або зменшення вольтажу напруги і тим моментом, в котрій було відновлено напругу до початкового значення або ж того, котре можна назвати близького до нього рівня;

– тривалість зміни напруги — інтервал часу що існує від найпершого одиночного стрибку напруги до самого останнього кінцевого для нас значення[11];

– амплітуда імпульсу — max значення в момент миттєвого імпульсу вимірюваної напруги;

– частість появи провалів напруги — число провалів напруги певної глибини і тривалості за певний проміжок часу по відношенню до загальної кількості провалів за цей же проміжок часу;

– імпульс напруги — являє собою стрибок напруги в точці кола досліджуваної мережі енергопостачання, після котрого повинне бути відновлено напругу до початкового або близького до нього рівня за проміжок часу до декількох мілісекунд;

– тривалість імпульсу — інтервал часу між початковим моментом стрибку електричної напруги в мережі і моментом часу під час якого відбудеться відновлення значення напруги до такого, котрій буде нас влаштовувати початкового або досить близького до цього рівня вольтажу[11];

– тимчасове перенапруження — імпульс електричної напруги в такій точці, котру ми досліджуємо, за тривалістю він повинен досягати

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 40
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

більше  $10\text{ мс}$ , призвести це може до коротких замикань, які в свою чергу призводять до втрати обладнання та іншого.

– коефіцієнти тимчасових перенапружень — він дорівнює відношенню імпульсного найбільшого за значенням при обвідній амплітудних значень напруги за такий проміжок часу, при якому існування тимчасової перенапруги відноситься до амплітуди номінальної напруги мережі;

– час тимчасової перенапруги — інтервал між першим моментом при якому виникли тимчасові перенапруження і моментом коли вони зникли повністю.

### 1.10. Коливання напруги

При коливанні напруги її можна охарактеризувати таким чином::

- За розмахом зміни вимірюваної напруги;
- за дозою так званого флікера.

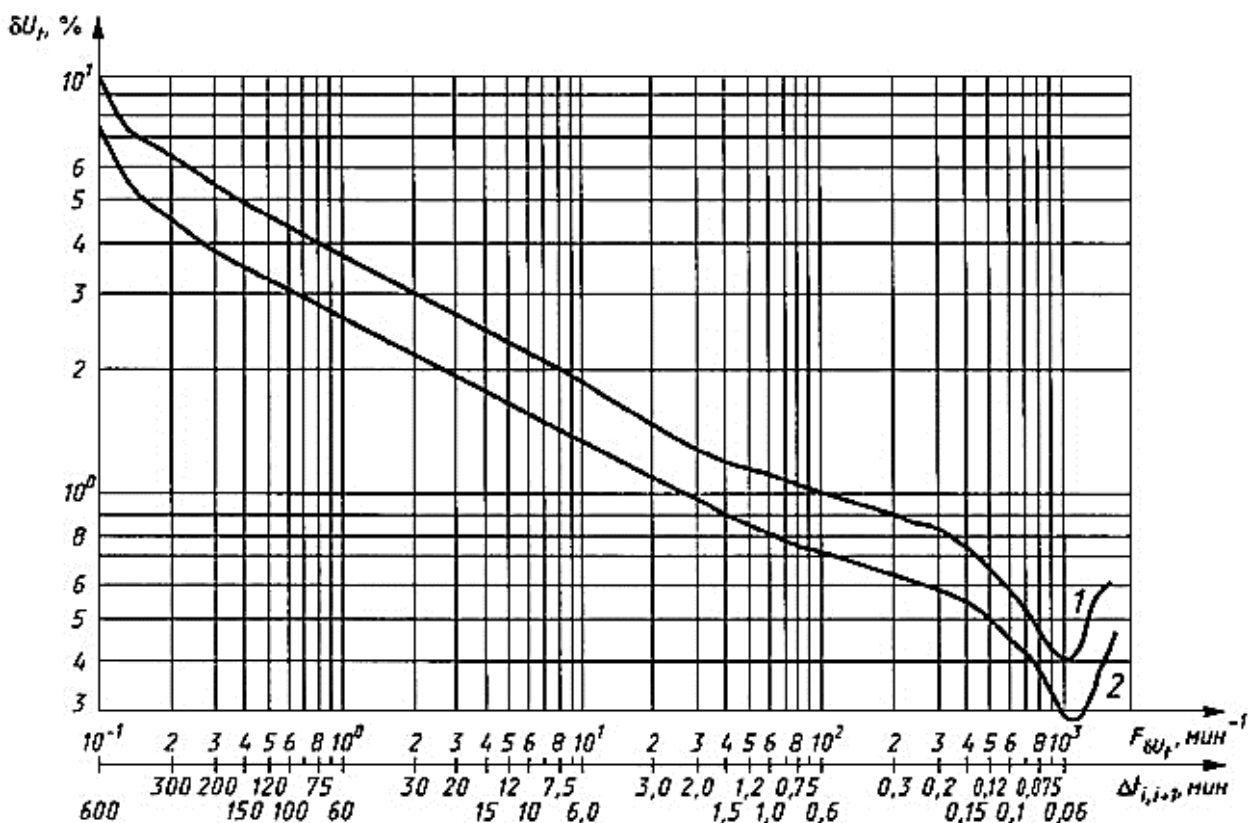


Рис. 1.15. Гранично допустимі розмахи змін напруги в залежності від частоти



повторення змін напруги за хвилину для коливань напруги у форму меандру

Практичне допустиме значення додавання встановленого для відхилення перенапруги і розриву між значеннями змін напруги в точках, до котрих ми приєдналися по електричних мереж напругою  $0,380\text{ кВ}$  одно  $\pm 10\%$  можливих що до номінальної напруги.

Максимальне значення, що допускається за для короткого сприйняття флікера при стрибках напруги за формою, котрі можуть бути не ідентичними що до меандру, так само  $1,380$ , а для довгої за часом показу флікера при тих самих коливаннях напруги мережі змінного струму може бути рівним  $1,0$ .

Короткочасну дозу флікера визначають на інтервалі часу спостереження, що дорівнює  $10.00\text{ хв}$ . Отже довгострокову дозу флікера позначити необхідно на інтервалі часу спостереження, котрий може бути рівним  $2\text{ годинам}$ [12].

Гранично допустиме значення для короткочасної дози флікера в точках загального приєднання споживачів електричної енергії, які мають лампами розжарювання в приміщеннях, де потрібна значна зорова напруга, при коливаннях напруги з формою, що відрізняється від меандру, так само  $1,000$ , а для тривалої дози флікера в цих же точках одно  $0,740$ .

### 1.11. Несинусоїдність напруги

Відсутність синусоїдності напруги мережі змінного струму найчастішу характеризують при наведенні таких показань:

- Коефіцієнтом, що є спотворенням синусоїди, котрий в свою чергу є кривою для напруги змінного струму досліджуваної мережі;
- Коефіцієнтами котрі є  $n$ -ої гармонічної частиною напруги.

Норми наведених показників встановлені:

Нормальні показання, що допускаються а також граничні, що можуть бути допустимі при значенні коефіцієнту спотворення синусоїди, а саме кривої напруги змінного струму в точках номінального приєднання до

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 42
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

мереж зі струмом, що надається споживачу наведені в таблиці 1.1.

Табл. 1.1. Значення коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги

Нормальне допустиме значення <i>U, кВТ</i>				Граничне допустиме значення <i>U, кВТ</i>			
0.380	6-20.0	35.000	110-330	0.380	6-20.000	35.000	110-330
8.000	5.000	4.000	2.000	12.000	8.000	6.000	3.000

#### 1.11.1. Несиметрія напруг

Якщо напруга перестала бути симетричною її можна охарактеризувати за такими показниками:

- коефіцієнтом відсутності симетрії напруги, котрий визначається за допомогою зворотної послідовності;
- коефіцієнтом при якому відсутня симетрія напруги, котрий можна визначити за нульовою послідовністю.

Звичайне допустиме і гранично допустиме значення такого коефіцієнту, котрий називається відсутність симетрії напруги за зворотною послідовністю можна визначити та розрахувати але оскільки це табличне значення воно наводиться як рівне 2,0 % і 4,0 % відповідно.

#### 1.12. Відхилення частоти

Відхиленням частот напруги мережі змінного струму в можна характеризувати як показник на який частота відхиляється, при цьому нормативними документами встановлено таке значення:

- граничне значення, яке може влаштовувати споживача при вимірі уього показника становить  $\pm 0,400$  Гц відповідно.

### 1.13. Провал напруги

Провалом напруги змінного струму можна характеризувати показником тривалості такого провалу напруги струму, при котрому виконується наступна норма:

– гранично допустиме значення тривалості провалу напруги в електричних мережах напругою до 20 кВ включно дорівнює 30 с. Тривалість автоматично видаляється провалу напруги в будь-якій точці приєднання до електричних мереж визначається витримками часу релейного захисту та автоматики[11].

### 1.14. Імпульс напруги

Імпульс напруги характеризується показником імпульсного напруги.

Значення імпульсної напруги для грозових і комутаційних імпульсів, що виникають в електричних мережах енергопостачальної організації, наведені в додатку Д[11].

### 1.15. Тимчасове перенапруження

Тимчасовий імпульс напруги, що призвів до перенапруження на певній ділянці мережі змінного струму можна характеризувати, за таким кількісним показником:

### 1.16. Оцінка відповідності якості електроенергії

Якщо нам необхідно визначити чи відповідає значення вимірюваної величини якості електроенергії, тоді нам необхідно виміряти напругу проміжок часу, котрий рівний 24 год, а також він повинен співпадати з розрахунковим періодом роботи в мережі приладу або системи [12].

Граничного за величиною значення розмаху напруги, що визначаються протягом найкоротшого проміжку часу вимірювань, не повинні перевищувати гранично допустимих значень, котрі встановлені.

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 44
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

Найбільші і найменші значення усталеного відхилення напруги і відхилення частоти, які визначаються з урахуванням знаку протягом розрахункового періоду часу по, повинні перебувати в інтервалі, обмеженому гранично допустимими значеннями, встановленими в відповідно, а верхнє і нижнє значення цих показників, є межами інтервалу, в якому з імовірністю 95 % знаходяться виміряні значення показників, повинні перебувати в інтервалі, обмеженому нормально допустимими значеннями, встановленими у відповідності.

Оцінку відповідності значень показників, за винятком тривалості провалу напруги, імпульсної напруги і коефіцієнта тимчасового перенапруги, нормам цього стандарту слід проводити з періодичністю, встановленою у додатку Е.

Допускається таку оцінку проводити шляхом розрахунку за сумарною тривалості витягів часу пристроїв релейного захисту, автоматики і комутаційних апаратів, встановлених у відповідних електричних мережах енергопостачальної організації.

### **1.17. Контроль за показаннями**

Контроль за дотриманням енергопостачальними організаціями і електричної енергії, котра повинна забезпечувати норми щодо стандартних для кожного з постачальників якісного складу електричної енергії повинні проводити певні органи котрі надають в свою чергу акредитацію щодо дозволу тій чи іншій організації права на надання послуг в установленому порядку наявні в користуванні випробувальні лабораторії з дослідження якості енергопостачання повинні знаходити можливість щодо перевірки цих показань.

Контроль якості електричної енергії в точках загального приєднання споживачів електричної енергії до систем електропостачання загального призначення проводять енергопостачальні організації. Зазначені організації вибирають точки контролю відповідно до нормативних документів,

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 45
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

затверджених в установленому порядку, і визначають періодичність контролю відповідно до пункту[13].

Норми показань встановлені та записані, їх наведено нижче:

— для сталого відхилення напруги — не можна проводити такий аналіз менше ніж 2 рази на один календарний рік, що знаходиться також в залежності від сезонних змін, котрі призводять до навантажень на розподільчі мережі змінного електричного струму, а також на мережі, котрі є центром живлення, також за наявності автоматичного регулювання електричної напруги в центрі живлення — не рідше одного разу на рік. При зміні сумарного навантаження, котрий влаштовує нас центру живлення і відповідно відсутності змін у схемах мережі та збереженні параметрів, котрі її елементи допускають за конструкцією можливе збільшення інтервалу між вимірами але це не рекомендується.

— інші показання — потрібно проводити такий аналіз відповідно один раз на кожні 2 роки але так само при виконанні всіх норм що до якості можливо проводити аналіз з більшим інтервалом. Періодичність контролю якості електричної енергії встановлює споживач електричної енергії за погодженням з енергопостачальною організацією з урахуванням вимог пункту Е.3[13].

За для контролю якості електричної енергії змінного струму в мережі, що надається безпосередньо з тягових підстанцій змінного струму до електричних мереж з такою озвученою напругою 6-35 к аналіз проводиться::

— в точках електричного кола, що приєднані до даних мереж або ж в тягові підстанції, котрі надають струм;

— для електричних мереж 6–35 кВ, які не перебувають у віданні енергосистем, — в точках, вибраних за погодженням між тяговими підстанціями і споживачами електричної енергії, а для знову споруджуваних і реконструйованих (із заміною трансформаторів) тягових підстанцій — в точках приєднання споживачів електричної енергії до цих мереж.

При вимірюванні показників КЕ за допомогою цифрових засобів

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 46
Зм	Арк	№	Підпис	Да		

вимірювань, що реалізують алгоритм швидкого перетворення Фур'є, як н-го спостереження досліджуваної величини допускається розглядати значення цієї величини, отримане на вибірці напруги з шириною вимірювального вікна відповідно до вимог, зазначених в таблиці Е.1.

Тобто при наданні відповідній мережі змінного струму засобів вимірювання, що частково або повністю задовольняють встановлені вимоги, допускається використовувати засоби вимірювань, котрі в свою чергу повірені й в установленому для кожного з них порядку підключені а також мають змогу що до забезпечення спільного з даним трансформатором і ділянками кола, що входять до складу досліджуваної мережі змінного струму, похибка вимірювань якості повинна задовольняти встановлені норми.[13].

### 1.18. Висновок до розділу 1

Тобто, для оцінки якості мережі змінного струму нам необхідно заміряти такі важливі для нас показання, як числовий еквівалент значення напруги та частоти змінного струму в мережі, що підлягає дослідженню, все це нормується згідно з ГОСТ 13109–97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення». Також приймаючи до відома всі наявні при вимірі на затискачах показників якості мережі змінного струму ми можемо зробити висновок про наближення якості вимірюваного кола до відмітки в умовну «1» а також зробити запис про усі наявні відхилення, котрі присутні в колі змінного струму та порівняти їх з нормами, котрі приписані.

АЦП, як було зазначено в розділах, котрі були описані вище мають широкий діапазон застосування та мають розгалужену номенклатуру по типам виробів, Що в свою чергу слугує за для того щоб вибрати саме той пристрій, котрий буде спроможний задовольнити всі наші потреби що до вирішення задач, котрі поставлені перед нами замовником або ж конструктором, якому це потрібно:

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 47
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

- Для цього необхідно вивчити задачу з усіх можливих боків, що представлені нам в процесі вивчення задачі;
- Об’єктивно оцінити кожен з представлених та описаних АЦПза для врахування при роботі з ними усіх їх плюсів та мінусів;
- Тому нам так необхідно якісно оцінити та обрати той перетворювач, котрий буде задовольняти усі наші наявні потреби та мати певний запас за для вирішення наступних поставлених задач, щоб не було необхідності для кожного з замовників змінювати вид та структуру приладу або ж АПЦ.

Використання перетворювачі з високою частотою дискретизації широко розповсюджене в цифрових осцилографах, що зумовлює їх постійне використання при їх але також можна сказати, що цифрові мультиметри не залежать від такого показника, від якого залежить осцилограф. Всі наявні прилади, принцип дії котрих заснований на збереженні даних, що мають загальне призначення не залежать від наявної в нас швидкості дискретизації або ж присутньої роздільної здатності та можуть займати місце, котре умовна можна визначити між двома приладами, такими як: цифровий мультиметр і осцилографом, отже для задоволення таких потреб необхідно використовувати такі АЦП як сигма-дельта або ж ті які можна назвати АЦП послідовного наближення.

## 2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗГЛЯД

### 2.1. Принцип роботи КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМА АНАЛІЗУ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ

Щоб ми могли не використовувати велику кількість різних за габаритами пристроїв за для того, щоб виміряти показання з мережі змінного струму було прийнято за для спрощення існування розробити проект, а саме Комп'ютерно-інтегрованою системою аналізу мережі змінного струму [4]. Цей прилад складається з датчиків та перетворювачів, котрі можуть бути використані за для заміни основних існуючих в наявності приладів, котрі ми використовували десятиріччями до цього.

Система розроблена за для обробки, реєстрації, заміру, зберігання й накопичення оперативної а довгострокову про всі параметри наявної в мережі електропостачання, котрі нам необхідно дослідити, а тобто мережі загального призначення однофазного змінного струму з показаннями напруги, котрі повинні бути з допусками наближені до  $220\text{ В}$  і частоти повинна наближатися до  $50\text{ Гц}$ .

Прилад надається з програмним забезпеченням. Програмне забезпечення використовується за для аналізу та обробки зібраної реєстратором інформації, надання звіту щодо відповідності показників до якості електричної енергії за нормами ГОСТ 13109–97.

Програмне забезпечення надає нам змогу переписувати дані з карти \у пам'ять ПК, розглядати записані дані, проводити аналіз і комп'ютеризовану обробку даних, виводити для друку звіт який в свою чергу відповідає показникові, котрій зазначений як якість електричної енергії, що в свою чергу нормується за ГОСТ 13109–97.

Прилад ми підключаємо до мережі змінного струму і може працювати при таких кліматичних умов:

- температура — від  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до плюс  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 49
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		



– також за підвищеної вологості не вище 90 % при температурі зовнішнього середовища +25 °C;

– атмосферний тиск при якому прилад здатний виконувати свої функціональні можливості не можуть бути вищими від таких показань як 82 кПа до 102,7 кПа.

Комп'ютерно-інтегрована система аналізу мережі змінного струму, згідно з ГОСТ 13109–97, проводить замір в мережі енергопостачання однофазний змінний струм з напругою 220 В і частотою 50 Гц відповідність якості електроенергії. Показники, що вимірює прилад відображені в таблиці 2.1[14].

Роботою нашої системи можна рахувати як таку, котра заснована на принципі “методу вибірок” а також з використанням принципу аналого-цифрового перетворення.

Напруга з мережі електропостачання загального призначення однозначного змінного струму через вимірювальний подільник і підсилювач надходить до контролера. Контролер виконує оцифрування інформаційного сигналу, його накопичення разом з картою пам'яті (SD) і зберігання оперативної і довгострокової інформації про параметри електричної мережі постачання.

Данні записуються на окремий файл з розширенням «.wav», створення файлів відбувається кожні 24 години.

Структурна схема реєстратора представлена на рис. 2.1 і складається з таких основних вузлів [4, 5]:

– контролер — в свою чергу для перетворення аналогових сигналів в квантовий код і при цьому він здатний до опрацювання даних та запису на карту пам'яті після всього;

– панель керування — існує за для використання режимамів, котрі наявні в роботі реєстратора;

– блок живлення — призначений для виконання системою автономної роботи під час вимкнення його від мережі змінного струму, та у

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 50
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

випадках, котрі призвели до зникнення або виходу за граничні для роботи пристрою межі напруги мережі, котра призначена для напруги у 220 В;

- індикатор — призначений для відображення дати, часу та режимів роботи реєстратора[4, 5];

- картою пам'яті називають енергонезалежну пам'ять ,що в свою чергу належить до стандарту SD, котра виконана для більшої зручності використання, як картка, вона безпосередньо призначена для даних, котрі ми виміряли та подальшого їх зчитування з метою перегляду або ж аналізу[4, 5];

- USB роз'єм — його використовують за для підключення до персональної обчислювальної машини, чому допомагає наявний інтерфейс USB [11].

ПК використовується в нашій системі за для:

- Внесення налагоджень що до реального часу;
- Також в ПО проходить первинна обробка, аналіз та в подальшому й відображення зареєстрованих нашою системою даних;
- оцінкою всіх вимірянних нами показників на предмет відповідності якості електроенергії вимогам ГОСТ 13109—97 а також подальшого а друку протоколу, за необхідності [11].



Рис. 2.1. Структурна схема системи

Для нас є основним питанням вибір аналого-цифрового перетворювача,

що буде використовуватися в нашій інтелектуальній системі аналізу. При вирішенні поставленої перед собою задачі було зроблено висновок, що найбільш підходящим буде той АЦП, котрий забезпечить більшу роздільну здатність та частоту, а також необхідно бути впевненим, що він матиме меншу вартість та найменшу з можливих за даних умов енерговитрату[4, 5].

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 52
Зм	Арк	№	Підпис	Да		

Таблиця 2.1

## Показники якості електроенергії

Показники	Познач.	Діапазон вимірювань	похибки вимірювання		Інтервал усереднення
			Абсолютна	Відносна, %	
Відхилення напруги встановлене	$\delta U_y, \%$	$\pm 10$	$\pm 0,5$		60 с
Відхилення частоти	$\Delta f, \text{Гц}$	Від -5 до +5	$\pm 0,02$		20 с
Глибина провалу напруги	$\delta U_n, \%$	Від 10 до 30	$\pm 1$		
Час провалу напруги	$\Delta t_n, \text{с}$	Від 0,01 до 60	$\pm 0,01$		
Коефіцієнт тимчасової перенапруги, відн. од.	$K_{\text{пер}U}$	Від 1,1 до 1,3	$\pm 0,022$		
Тривалість тимчасової перенапруги	$\Delta t_{\text{пер}U}, \text{с}$	0,01 - 60	$\pm 0,01$		
Коефіцієнт спотворення синусоїдальності напруги	$K_U, \%$	Від 0 до 30	$\pm 0,1$ при $K_U < 1\%$	$\pm 10\%$ при $K_U$ $\geq 1\%$	3 с
Коефіцієнт n-ої гармонічної складової напруги (n - має значення від 2 до 10)	$K_{U(n)}, \%$	Від 0,05 до 30	$\pm 0,05$ при $K_{U(n)} < 1\%$	$\pm 5$ при $K_{U(n)}$ $\geq 1\%$	3 с

## 2.2. Аналіз результатів визначення якості електричної енергії

З усього вище перерахованого можна зробити висновок, що окрім вимірювання показань мережі важливим для нас є також аналіз вимірювань з мережі енергопостачання і також важливим є запис цих даних, адже потрібно проводити розрахунок тих параметрів, котрі відображені в таблиці 2.1.

Також існує такий параметр, як частковий коефіцієнт якості, що вживається за для оцінки якості за одним з параметрів у залежності від того яких змін він набув у часі і також відхилення його у часі з урахуванням миттєвих коефіцієнтів для кожного моменту часу у відповідності до формули (2.1):

$$K_{\text{чя}} = \left(\frac{T_1}{T_{\text{заг}}}\right) \cdot K_1 + \left(\frac{T_2}{T_{\text{заг}}}\right) \cdot K_2 + \dots + \left(\frac{T_i}{T_{\text{заг}}}\right) \cdot K_i + \dots + \left(\frac{T_n}{T_{\text{заг}}}\right) \cdot K_n, \quad (2.1)$$

де  $K_{\text{чя}}$  — це частковий коефіцієнт якості;  $T_i$  — це час перебування сигналу якості на  $i$ -тій ділянці сигналу якості;  $K_i$  — це миттєвий коефіцієнт якості для  $i$ -тої ділянки;  $T_{\text{заг}}$  — це загальний час реєстрації якості,  $n$  — це кількість ділянок при діапазоні сигналу якості  $k$ .

$$T_i = \sum T_{ij}, \quad (2.2)$$

де  $j$  — номер часової ділянки на якій на  $i$ -тій ділянці діапазону перебуває сигнал якості;  $k$  — кількість часових ділянок на  $i$ -тій ділянці.

Якість послуги за сукупністю параметрів визначається за допомогою узагальненого коефіцієнта за формулою (2.3):

$$K_y = K_{\text{чя1}} \cdot K_{\text{чя2}} \cdot \dots \cdot K_{\text{чяi}} \cdot \dots \cdot K_{\text{чяn}}, \quad (2.3)$$

де  $K_y$  — узагальнений коефіцієнт якості;  $K_{\text{чяi}}$  — частковий  $i$ -тий коефіцієнт якості.

Таким чином, якість послуги можливо оцінити скалярною величиною у вигляді одного числа. В залежності від якості послуги коефіцієнти

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк.
						54
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

змінюються в діапазоні від 1 до 0. Якщо цей параметр відповідає фактичному значенню, або ж має певні відхилення від нього на припустиме за правилами документу значення, то коефіцієнт якості дорівнює одиниці. об'єктивні моменти враховуються вибором крайових значень та форми функції відповідності. Плата за послугу при багатокритеріальному визначенні якості постачання комунальної послуги, розраховується за формулою (2.4):

$$P = TK_{\Pi}K_{\gamma} \quad (2.4)$$

де  $P$  — плата за послугу;  $T$  — тариф на послугу;  $K_{\Pi}$  — кількість спожитої послуги;  $K_{\gamma}$  — узагальнений коефіцієнт якості.

На основі цього підходу розроблено прилад визначення якості електроенергії за двома параметрами: відхилення від номінальних значень усталених значень напруги і частоти. В приладі реалізовані новий метод [7] та структура для визначення якості надання електроенергії з контролем споживання. За частковим коефіцієнтом якості можливо визначити, чи задовольняє електроенергія вимогам ГОСТ 13109–97 за вказаними двома параметрами[12].

### 2.3. Статична похибка

Аналого-цифрові перетворювачі використовують за для вимірювання необхідних низькочастотних видів сигналу, або ж таких сигналів як від датчика, що призначені за своєю напрямленістю у вимірах на вимір тиску або температури, виконується таке правило правило, при якому напруга завжди буду пропорційною відносно постійної фізично величини[13]. Тобто сама в таких вимірах для нас є важливим враховувати статичну похибку, що призводить до необхідності її обрахування. При купівлі АЦП з ним надається, що надається з АЦП тип похибки визначають такі параметри, ці п'ять характеристик повністю описують статичну похибку АЦП:

– адіативна похибка;

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 55
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

- мультиплікативна похибка;
- диференційна похибка;
- інтегральна нелінійність.

## 2.4. Ідеальна передаточна характеристика аналого-цифрового перетворювача

Передаточна характеристика АЦП — являє собою залежність коду на виході АЦП від напруги на його вході, що в свою чергу відображено на графіку [10]. Такий графік є лінійною функцією з двома в ступені  $N$ , де  $N$  — розрядність АЦП. Кожен відрізок даної функції відповідає одному зі значень вихідного коду нашого аналого-цифрового сигналу (рис. 2.2).

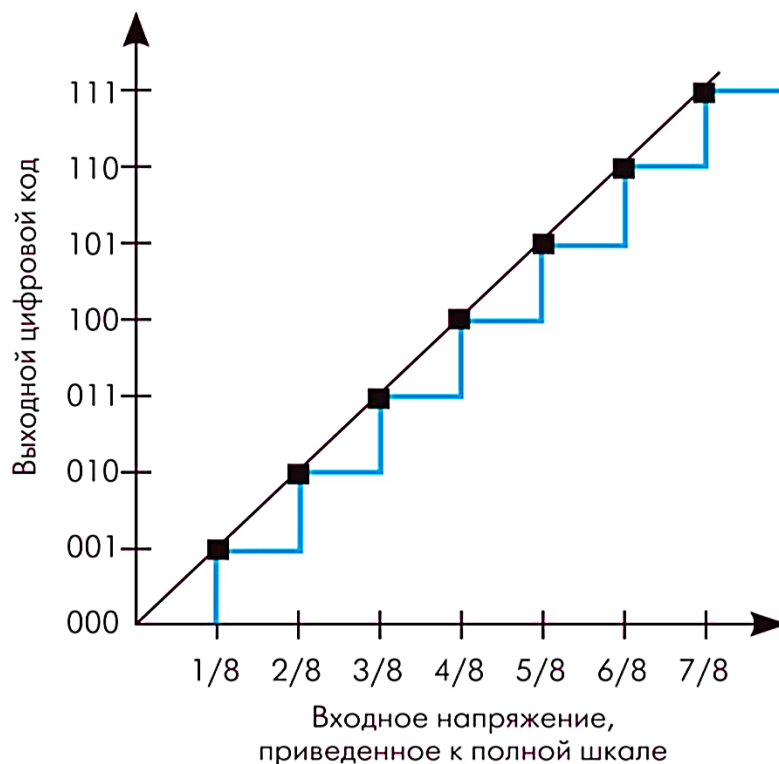


Рис. 2.2. Ідеальна передаточна характеристика 3-розрядного АЦП

На рисунку 2.2 ми можемо побачити та дослідити ідеальну передаточну характеристику для 3-розрядного АЦП, а також побачити присутні на ньому контрольними точками, що знаходяться у межах для переходу необхідного коду. Адже у такому випадку код повинен приймати значення повної шкали, а тобто при значеннях вхідних сигналів від 0 до 1/8 повної шкали, а це може

призводити а також є максимальним значенням цього коду стосовно даного для розгляду АЦП. Тобто необхідно прийняти, таке значення при 7/8 повної шкали, якого код досягне значення у своєму максимумі, а не при значенні 8/8. З цього можна винести висновок, що до перехідного максимального значення параметру на виході відбувається не при перенапрузі повної шкали. Вірогідно реалізуватися досліджуваній передаточній характеристиці у колі змінного струму зі зміщенням  $2/4$  LSB, це стає можливим за рахунок зміщення передаточної характеристики вліво, що в свою чергу зміщує похибку квантування з діапазону  $-1.0...0.0$  LSB в діапазон  $-2/4...+2/4$  LSB (рис. 2.3) [9].

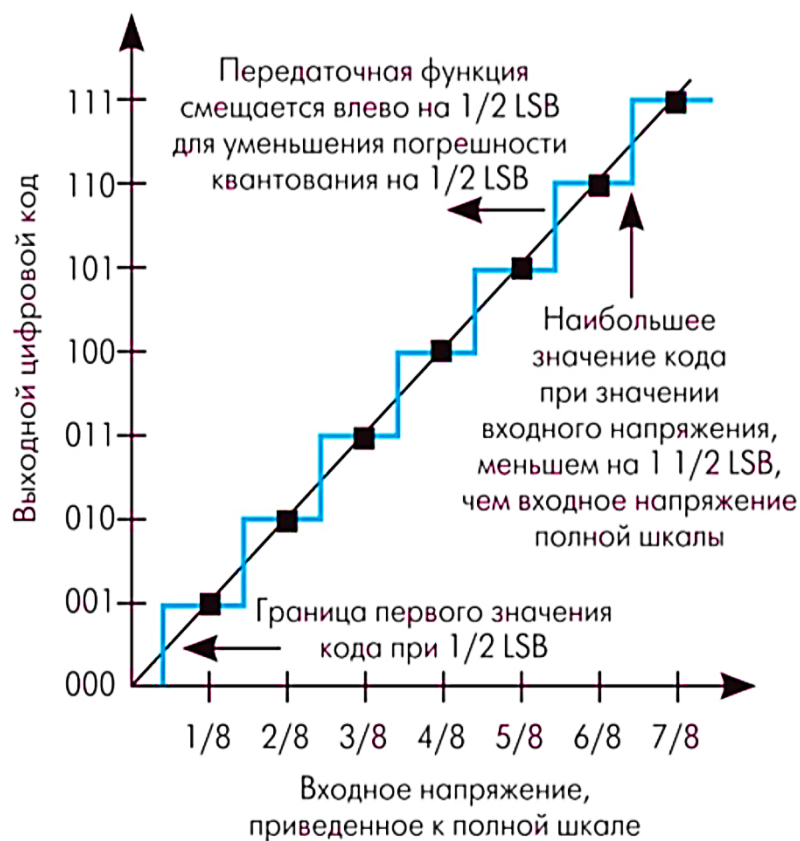


Рис. 2.3. Ідеальна передаточна характеристика АЦП

Безліч деталей та везлів можна використовувати для створення АЦП та відповідно підбору необхідних для нас характеристик по різним видам АЦП та при виконанні існуючих АЦП, котрі в свою чергу не мають ідеальної передаточної характеристики. Адже відхилення, котрі можуть бути пристуні



від ідеальної передаточної характеристики відрізняють та відповідно визначають за кількісним показником статичну похибку АЦП і вони відображаються у , при наявності такої, технічній документації, що надається разом з АЦП [10].

## 2.5. Мультиплікативна похибка

Таку похибку, можна вважати як різницю, між реальними та ідеальними передаточними характеристиками у точках max вихідного значення за таких умов, коли адитивна похибка чисельно дорівнює або може вважатися рівною нулю, тобто відсутнє зміщення. Таку залежність можна зобразити, як таку, котра змінює нахил передаточної функції.

## 2.6. Відношення «сигнал / шум»

SNR або ж відношення сигналу до шуму можна вважати відношення значення середньоквадратичної величини вхідного вимірюваного сигналу до середньоквадратичного значення величини шуму, що можна відобразити в децибелах, за формулою (2.5):

$$SNR(dB) = 20 \log \left[ \frac{V_{signal}(rms)}{V_{noise}(rms)} \right] \quad (2.5)$$

Також значенням дозволяється нам знайти яку саме частину займає шум в сигнали, що ми вимірюємо по відношенню до сигналу.

В шум, котрий ми вимірюємо при розрахунку SNR не входить гармонічне викривлення але він включає в себе шум квантування. Таким чином аналого-цифрові перетворювачі, котрі в свою чергу мають в наявності і в своїх технічних документаціях параметри що до певної роздільної власність, адже шум квантування обмежує можливість перетворювача теоретично покращити таке поняття як «сигнал / шум», що ми визначаємо визначається за формуло (2.6):

$$SNR(dB) = 6.02N + 1.76 \quad (2.6)$$

де  $N$  — роздільна здатність АЦП.

## 2.7. Загальні гармонічні спотворення

Нелінійністю для результатів вимірювання перетворювача, котрій працює з даними призводить до того, що коли при вимірі виникають спотворення, такі спотворення можуть спостерігатися як певні скачки в спектрах частот на всіх непарних та парних графіках вимірюваного нами сигналу. Дані спотворення ми можемо визначити, як такі, що можна назвати загальними гармонічними спотвореннями (THD), котрі необхідно підраховувати за формулою, котрі наведена нижче:

$$TND = 20 \log \left[ \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \right] \quad (2.7)$$

## 2.8. Висновок до розділу 2

В даному розділі мною було розглянуто та зроблено основні конструкційні висновки що до роботи та принципу дії «Комп'ютерно-інтегрованої системи аналізу мережі змінного струму». Такий розвинений та прогресивний прилад може замінити велику кількість приладів, котрі здатні виконувати дії що до контролю якості мережі змінного струму не лише на українському, а й закордонному ринках. Цей прилад не має складних конструкційних особливостей, що могли б призвести до необхідності використання його висококваліфікованого співробітника для його обслуговування. Даний фактор забезпечує відсутність необхідності використання ВК-працівника за при роботі з приладом і звільняє його для роботи на інших напрямках підприємства, тобто він не повинен користуватися широкою номенклатурою приладів таких як: вольтметр, частотомір та інші, якими не вміє користуватися людина з вузькою

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 59
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

кваліфікацією, адже наш прилад заміняє їх усі. Тобто приладом “Комп’ютерно-інтегрована система аналізу якості електроенергії” може користуватися людина з будь-якою кваліфікацією. Так само, як і інші розвинені прилади, що створені за для вимірювання показань мережі, він має аналого-цифровий перетворювач за для виконання своїх функцій Для даного приладу мною взято для використання АЦП, котрий називається послідовного наближення.

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм	Арк	№	Підпис	Да		

## РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ»

### 2.9. Опис ідеї проекту

В попередніх розділах було обґрунтовано важливість контролю якості електричної енергії за ГОСТ 13109–97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення», що зумовлює необхідність розробки стартап проекту: «Комп'ютерно-інтегрована система аналізу мережі змінного струму»

У таблиці 3.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 3.1. Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Пропонується новий прилад для проведення аналізу якості електричної енергії, що подається в мережу змінного струму	На підприємстві	Прилад разом з розробленим методом дає хороші результати у визначенні якості електроенергії..
	Використання в наукових лабораторіях.	Надважливим є контроль за такими параметрами, як “перенапруга” та “провали напруги” адже вони призводять до втрати .
	Побут	Прилади, що використовуються в побуті можуть бути пошкоджені внаслідок подачі не якісної електричної енергії.
	Державні органи контролю	Повна відсутність приладів в одному корпусі вітчизняного виробництва, які можуть проводити аналіз необхідних параметрів.

Прилад, що пропонується для розробки має лише один аналог на території України і може замінити широку номенклатуру приладів, таких як вольтметр, амперметр, частотомір.

Аналіз техніко-економічних переваг ідеї порівняно з виробами конкурентів:

- визначається перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначається попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- проводимо порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї

Техніко-економічні властивості	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W	N	S
	Комп'ютерно-інтегрована система аналізу якості електроенергії	Конкурент 1 – «Реєстратор якості електроенергії РЕ-01»	Конкурент 2 – «Sates»			
1	2	3	4	5	6	7
Число одночасно працюючих каналів	3	2	2	+	-	-
Діапазон виміру частоти, Гц	0-50	0-50	-	+	+	-
1	2	3	4	5	6	7
Діапазон	0-420	0-220	0-220	+	-	-

вимірюваної напруги ,(Вт)						
Можливість автоматичної обробки даних	+	-	-	+	-	-
Мобільність	Мобільний	Мобільний	Мобільний	+	+	+
Ціна	75\$	Невідома	185\$	+	-	-

Даний прилад не має конкурентів у теперішній час, адже може записувати показання, аналізувати їх згідно ГОСТу та обробляти із застосуванням ПЗ. Виходячи з наведеного переліку слабких, сильних та нейтральних характеристик і властивостей ідеї потенційного товару можна дійти до висновку про конкурентоспроможність запропонованого методу.

## 2.10. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	2	3	4
Дослідження впливу стрибків напруги на якість електричної енергії	АЦП, ПО	розроблена	Доступна
1	2	3	4
Аналіз впливу частоти на якість	АЦП, ПО	розроблена	Доступна

електричної напруги			
Перевірка ефективності результатів дослідів	ГОСТ 13109-97	Розроблений	Доступний
Розробка приладу, на основі проведених досліджень	Механічна обробка, електричний монтаж елементів	Технологія розроблена	Доступна

Реалізації даного проекту має високу вірогідність, що зумовлено простотою виконання та доступністю усіх потрібних елементів. Оскільки, технології, що використовуються при розробці продукту відносно доступні та включають поєднання існуючих доступних приладів та засобів АЦП

## 2.11. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість головних гравців, од	Відсутні
Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	Не можливо оцінити
Динаміка ринку (якісна оцінка)	стагнація
Наявність обмежень для входу	Перепони зі сторони монополістів сфери електроенергії
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	відсутні
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	Прилад в комплексі не випускається

Проаналізувавши дані наведеної таблиці можна зробити висновок про те, що український ринок є над привабливим для даного приладу. Що зумовлено повною відсутністю приладу, що може в комплексі забезпечувати потреби ринку.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 3.5).



Таблиця 3.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Розробка нових ефективніших АЦП	Будь-які підприємства, побут тощо.	Якість продукту; Наявність необхідної дозвільної документації (відповідність стандартам, сертифікати відповідності (якості), тощо);	Високий показник «ціна/якість». Гарантійні зобов'язання. Точність приладу.
Розробка нових засобів аналізу	Лікарі, лабораторні працівники.	Ефективність аналізу.	Відповідність всім стандартам

Прилад можна використовувати усюди, де використовується електрична енергія, а тобто в 21 столітті його можна використовувати всюди.

Після визначення потенційних груп клієнтів проводимо аналіз ринкового середовища: складаємо таблиці факторів що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. № 3.6-3.7) Фактори в таблиці подано в порядку зменшення значущості

Таблиця 3.6. Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Нові фірми конкуренти	Збільшення конкурентоздатної продукції на ринку	Вдосконалення товару; зменшення ціни за рахунок спрощення .
Нові технології	Застарілість товару	Кардинальні зміни у технології виготовленні, що призведуть до модернізації
Технічне обслуговування	Наявність не уніфікованих елементів	Використання уніфікованих елементів

Всі наведені вище фактори не мають високого впливу на клієнтський потенціал приладу.

Прилад має високий потенціал і може зацікавити широке коло клієнтів (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7. Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
Високий попит на продукцію	Доцільно збільшити виробництво товару та товарообіг	Збільшення одиниць товару, впровадження модифікацій товару.
Потреба в доступній методиці	Актуальна розробка з низькою собівартістю	Залучення іноземних інвестицій.
Зростання рівня доходів населення	Збільшення кількості продажів, підвищення ціни	Збільшення одиниць товару, підвищення ціни.
Впровадження нових технологій	Якісне покращення основних параметрів продукту	Підвищення попиту та ціни

Після проведеного аналізу факторів можливостей та загроз можна сказати, що ринок приладів для відбілювання зубів є перспективним та цікавим для входу нових компаній.

Надалі проводимо аналіз пропозиції: визначаємо загальні риси конкуренції на ринку (табл. 3.8).

Таблиця 3.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Чиста конкуренція	Окремі покупці і продавці не можуть впливати на ціну.	Має мінімальний вплив, адже Західноєвропейські аналоги мають занадто високу ціну.
2. Національна конкуренція	Між компаніями всередині країни.	Відсутній вплив, адже вістуні прилади-аналоги
3. Внутрішньогалузева конкуренція	Конкурентна боротьба між підприємствами в межах однієї галузі.	Відсутній вплив, адже вістуні прилади-аналоги
4. Товарно-видова конкуренція	Конкуренція між товарами одного виду.	Створення модифікацій з покращеним функціоналом.
5. Нецінова конкуренція	Вдосконалення якості продукції та умов її продажу.	Зміни у виробництві; додаткові витрати, підвищення рівня довіри клієнтів.
6. Марочна конкуренція	Конкурентні компанії пропонують подібний продукт.	Відсутній вплив, адже вістуні прилади-аналоги

За результатами аналізу таблиці 3.8 можна зробити висновок, що запропонована конструкція демонструє високу конкурентоспроможність.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 3.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 68
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	ПАТ “Меридіан”	Український виробник приладів метрологічного аналізу	Змінні витрати постачальників. Концентрація постачальників	Розмір закупівель. Змінні витрати. Рівень чутливості до змін цін.	Змінні витрати. Лояльність споживачів
Висновки:	Низька інтенсивність	Є можливість входу в ринок. Є потенційні конкуренти. Строк виходу на ринок орієнтовно 2 місяців	Постачальники диктують умови роботи ринку.	Клієнти диктують умови роботи на ринку	Обмежень для роботи на ринку через товари-замінники немає

З огляду на конкурентну ситуацію (враховуючи низьку інтенсивність конкуренції) можна зробити висновок щодо можливості роботи на ринку. Даний апарат повинен бути простим в експлуатації, зручним у використанні та забезпечувати комплексний підхід.

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в табл. 3.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 3.2), вимог споживачів до товару (табл. 3.5) та факторів маркетингового середовища (табл. № 3.6-3.7)

визначаємо та обґрунтовуємо перелік факторів конкурентоспроможності.  
Аналіз оформлений за табл. 3.10.

Таблиця 3.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
Ціна	Ціна на товар являється одним із засобів ведення конкурентної боротьби, оскільки дана розробка є набагато дешевшою ніж закордонні аналоги.
Доступність пацієнтам	Дає можливість використовувати цей прилад навіть у віддалених місця країни.
Мобільність	Зручний у використанні та компактний для транспортування.
Простота реалізації	Забезпечується використанням існуючих методів діагностики та лікування.
Технічне обслуговування	Величина значення напрацювання на відмову вище середньої для даного класу обладнання

Згідно таблиці 3.10 можна дійти висновку, що дана конструкція має ряд важливих факторів, які гарантуватимуть її конкурентоспроможність. Найважливіші з них полягають у особливості конструкції, яка забезпечує легке та комфортне проведення процедури відбілювання зубів, а також в доступності апарату в порівнянні із закордонними аналогами.

Таблиця 3.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Комп'ютерно-інтегрована система аналізу якості електроенергії»

Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з Комп'ютерно-інтегрована система аналізу якості електроенергії						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Ціна	15			+				
Доступність пацієнтам	14				+			
Висока якість	17						+	
Технічна підтримка	16				+			
Простота реалізації	15					+		

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 3.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних

Таблиця 3.12. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: задовольняє всі сучасні потреби	Слабкі сторони: залежність від поставок, початківцеві на ринку
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– надовго закріпитись на ринку товарів;</li> <li>– конкурентоспроможність;</li> <li>– інвестування іноземних компаній;</li> <li>– модифікація існуючих апаратів та створення нових;</li> <li>– збільшення обсягів продажів.</li> </ul>	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– збільшення конкуренції на ринку медичної апаратури;</li> <li>– розвиток новітніх технологій;</li> <li>– зниження доходів потенційних споживачів;</li> <li>– політичні та економічні ризики ведення бізнесу;</li> </ul>

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 71
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. Табл. 3.9, аналіз потенційних конкурентів).

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 3.13).

Таблиця 3.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Залучення споживачів — рекламувати товар і зацікавлювати кінцевих споживачів з метою збільшення попиту на товар.	Ймовірність висока, оскільки в разі успіху це збільшить попит на продукт серед споживачів і, відповідно, серед посередників.	1 рік
Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	Ймовірність висока, тому що продукт стане більш конкурентно спроможним	9 місяців
Встановлення низької початкової ціни на товар з метою заохочення більшої кількості покупців та завоювання більшої частки ринку.	Ймовірність висока, тому що продукт має багато переваг і в поєднанні з низькою ціною він повинен створити великий попит серед покупців.	6 місяців

Базуючись на таблиці 3.13 можна зробити висновок: найбільш перспективна — це встановлення низької ціни на товар з метою заохочення більшої кількості покупців. Низька ціна — найпростіший спосіб досягнути великих продажів для нового продукту на ринку. Дана альтернатива має найкоротші терміни реалізації.

## 2.12. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 3.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Підприємства, що потребують контролю якості електроенергії	Так	60%	Висока	Наявні обмеження
Міністерство Енергетики України	Так	45%	Висока	Наявні обмеження
Побутовий споживач	Так	35%	Середня	Немає

За результатами аналізу попит є ймовірним від приватних Підприємства, що потребують контролю якості електроенергії, Міністерства Енергетики України та приватного споживача. Для Міністерства основними критеріями будуть ціна та функціональність. Тоді як для приватного споживача та підприємств важливим є можливість контролю якості електричної енергії, що подається до мережі.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку.

Таблиця 3.15. Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до	Базова стратегія розвитку*
------------------------------	---------------------------	---	----------------------------



проекту		обраної альтернативи	
Проект приладу контролю, запису та аналізу показань мережі змінного струму	Через виставки, конференції, публічні презентації на енергетичних форумах	Ціна, простота використання, та ефективність приладу	Зменшення вартості, підвищення технологічності

Все це зумовлює актуальну на даний момент стратегію розвитку для проекту. Та характеризую прилад, як спроможний до прогресу.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 3.16).

Таблиця 3.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
Ні	Зацікавлений у всіх, вище перерахованих	Ні, адже конкуренти на внутрішньому ринку відсутні	Стратегія лідера

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку (табл. 3.15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 3.16) розробляємо стратегію позиціонування (табл. 3.17) яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 3.17. Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	2	3	4
1	2	3	4
Сукупний	Розробка	Проект єдиного приладу	За показниками

потенціал кість, простота використання приладу,	єдиного приладу за для задоволення всіх потреб споживача	за для реєстрації, обробки та аналізу показань мережі змінного струму	якості; За сферою застосування; За поєднанням всіх переваг сукупності приладів для аналізу струму..
--	---	--	--

Результатом даного підрозділу є система рішень щодо ринкової поведінки компанії, що визначає в якому напрямку буде працювати компанія на ринку. Що в свою чергу є дуже важливим в наших умовах.

### 2.13. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 3.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 3.18. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Розширення способів відбілювання зубів	Дешевизна, ефективність.	Застосування модульованого лазерного випромінювання.

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточняється ідея продукту, його фізичні складові, особливості процесу його надання (табл. 3.19).

Таблиця 3.19. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
--------------	----------------------

I. Товар за задумом	Створення приладу для реєстрації, обробки тіаналізу показань мережі змінного струму.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	Вартісь обслуговування	М	Е
	Строк безвідмовної праці	Нм	Тх
	Трудомісткість виготовлення	Нм	Тх
	Зручність управління	Нм	Тх
	Мобільність	Нм	Тх
	Пакування: розробляється відповідно до дійсних стандартів, а також проводиться перевірка на якість за допомогою гостей.		
	Марка: НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського»		
III. Товар із підкріпленням	До продажу можливість аналізу та усунення несправностей		
	Після продажу можливість розробки покращень та модернізації існуючий приладів		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патентування методики та пристрою.			

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 3.20).

Таблиця 3.20. Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
Амперметр	Від 400 грн	Будь-який	75\$
Частотомір електронний ЧЗ 63/3	98790 грн		75\$

Оптимальні верхня та нижня межі встановлення ціни на товар ґрунтуються на ціні АЦП, що буде покупною деталлю при виготовленні кінцевого приладу і є досить сталою.

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту (табл. 3.21).

Таблиця 3.21. Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Орієнтація на регулярні поставки	Встановлення контактів із споживачами та підтримка їх Формування попиту і стимулювання збуту Дослідницька робота зі збору маркетингової	Продаж Міністерству енергетики України, підприємствам, приватному сектору	Через внутрішній ринок

	інформації Зменшення витрат в ході збуту продукції		
--	---	--	--

Система збуту є важливою складовою стартап проекту і потребує уваги що до реалізації. Даний прилад на початковій стадії повинен реалізовуватися на території внутрішнього ринку України і попит на нього буде лише зростати.

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 3.22).

Таблиця 3.22. Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Клієнти пов'язані з медициною	Виставки, конференції.	Доступність пацієнтам; Комплексний підхід; Зручність використання; Мобільність	Заохотити покупців купувати даний продукт, продемонструвати переваги	Виставки, конференції

Результатом пункту 5 є ринкова (маркетингова ) програма, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

## 2.14. Висновки до розділу 3

Розробляючи стартап-проект було виконано етапи, які необхідні для аналізу ринку, конкурентоспроможності, вибір чіткої стратегії для того, щоб вивести стартап-проект на ринок, проведена оцінка ризиків та можливостей, все це виконано для того щоб проект став успішним та зміг зайняти свою нішу на ринку.

Було розроблено ринкову стратегію проекту, цільові групи, які було обрано- підприємства, приватний споживач, було обрано базову стратегію розвитку- диференціацію. Стратегія конкурентної поведінки- стратегія конкурентної поведінки- стратегія лідера. Ключові слова, котрі формують позицію проекту: стійка, адаптивна, якісна.

В Україні відсутній єдиний прилад, що міг би забезпечити потреби державного та приватного сектору що до реалізації контролю якості електричної енергії. Це зумовлює попит на даний прилад та широкі можливості для його реалізації на внутрішньому ринку. Якісне ПО, простота використання, відносно низька ціна, широкий спектр застосування у всіх галузях життєдіяльності людини, попит на засоби контролю якості електричної енергії- все це сприяє важливості впровадження даного приладу. Навіть враховуючі всі складності у виконанні робіт що до реалізації приладу він має потенціал до створення прибутку протягом довгого часу, а враховуючи відсутність вітчизняних аналогів і високу вартість та застарілість закордонних аналогів прилад може бути реалізований у великих кількостях, адже велика кількість підприємств зацікавлені в контролі якості електричної

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 80
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

енергії, яку вони отримують. В свою чергу при порушенні норм ГОСТ 13109-97 компаніями-постачальниками електроенергії на них можна буде діяти на законодавчому рівні, що буде сприяти покращенню якості послуг, що надаються. Отже можна зробити висновок з усього, вище перерахованого, що прилад є актуальним, конкурентноздатним

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк.
						81
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		



## ВИСНОВКИ

За для того, щоб визначити якість електричної енергії мережі змінного струму необхідно звернутися до ГОСТ 13109–97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення». Якщо прийти до узагальненої моделі аналізу показань, котрі необхідно дослідити в мережі, котру ми аналізуємо, то можна прийти до висновку, якщо нас влаштовує якість і мережа задовільнила норми прописані у відповідній документації, тоді мережа отримує задовільну оцінку, котра буде чисельно дорівнювати умовній “1”, якщо ж ні умовному “0”.

На ринку широко представлено різні за принципом дії, ціною або ж принципом роботи аналого-цифрові перетворювачі, але за наведеною нижче схемою вибору можна обрати найбільш для нас підходящий::

- Необхідно дослідити наявну в ПЗ поставлену задачу, котру ми встановили перед собою;
- В подальшому уважно вивчити та розібрати кожен з багатьох видів АЦП, опис котрих наявний в мережі та технічній документації, з наявними технічними даними, усіма їхніми перевагами та недоліками;
- І враховуючи все, що перераховано вище обрати той АЦП, котрий буде найбільше підпадати під усі аспекти поставлених перед нами задач.

Тобто, якщо в цифровому осцилографі необхідно, для прикладу, використовувати перетворювач з високою частотою й він при цьому не повинен мати високе розширення, то потрібно використовувати певний АЦП, котрий буде задовольняти ці потреби. Системи що накопичують данні загального призначення по швидкості по швидкості дискретизації та роздільну здатності займають місце між цифровими мультиметром та осцилографом, тому в таких приладах використовують АЦП сигма-дельта або ж послідовного наближення. На рівні з ними також існують паралельні АЦП, вони створені для швидкої обробки аналогових сигналів та інтегруючі

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 82
Зм	Арк	№	Підпис	Дя		

АЦП з високим розширенням та завадо захищеністю.

Після того, як ми розглянули як дії моя «Комп'ютерно-інтегрована система аналізу якості електроенергії» можна робити висновки що до її актуальності в даний час і необхідності такої розробки в сьогоденні. Моя система є надзвичайно актуальною, адже здатна замінити багато приладів та систем, а також при необхідності вона може бути вдосконалена, що теж є дуже важливим. Моя система проста у використанні і не потребує того, щоб для роботи з нею було задіяно висококваліфікованого співробітника. Для сьогодення, коли ВКР потребує значної оплати, а робітник, що не має високої кваліфікації не зможе самостійно проаналізувати широкою номенклатурою приладів мережу самостійно мій прилад надає змогу звільнити від цього ВКР і задіяти його для забезпечення роботи в іншому сегменті роботи. Тобто, дана «Комп'ютерно-інтегрована система аналізу якості електроенергії» може бути використана людиною, що має будь-якою кваліфікацією в даному питанні. Мій прилад має, за для забезпечення виміру та запису показання мережі, для подальшої обробки інформації, аналого-цифровий перетворювач, що є частиною приладу. Мною було обрано АЦП послідовного наближення, він як і усі прилади даного типу має свої похибки, що поділяють на статичні та динамічні але при цьому повністю задовольняє необхідні для нас параметри. Тобто прилад є актуальним, задовольняє необхідні для ринку потреби і може зайняти свою нішу на українському та закордонному ринках.

## ДЖЕРЕЛА

1. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення : ГОСТ 13109-97 (ІЕК, ІЕС) – ГОСТ 13109-97 – [Чинний від 1999-01-01]. – К.: Технічний комітет ТК 30 ЕМС, 1999. – 45 с. – (Діючий стандарт України).
2. Измеритель показателей качества электроэнергии «Ресурс-UF2». [Електронний ресурс]. <http://www.tst-market.ru>
3. Digital Multimeter + Signal Generator UNIGOR® 330, 355. UNIGOR® 330, 355 – TechRentals. [Електронний ресурс]. [www.techrentals.com.au/uploads/LEM\\_UNIGOR355.pdf](http://www.techrentals.com.au/uploads/LEM_UNIGOR355.pdf)
4. Котляр С.С. Прилад реєстрація показників якості електроенергії / Котляр С.С. Колесник В.Ю. // Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених / 16-18.05.18, ЖДТУ, Житомир – 2018 – с.79.
5. Колесник В.Ю. Реєстратор якості електроенергії / Колесник В.Ю. , Котляр С.С. // XI наук.-практ. Конф. Студ. Та аспр. “Погляд у майбутнє приладобудування”: збірник статей, 15-16.05.18 , КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ. – 2018. – С. 512-515.
6. «Omix P99-MA-3» (Omix-3) – Аналізатор якості трьохфазної електричної мережі перемінного струму. Веб-сайт компанії «Евелен». [Електронний ресурс]. [http://evelen.ru/product/04/01/omix\\_3.html](http://evelen.ru/product/04/01/omix_3.html)
7. Аналізатор якості електричної енергії «МЕРИДІАН РЕ-01». Веб-сайт ВАТ «МЕРИДІАН» ім. С.П. Корольова. [Електронний ресурс]. <http://www.merydian.kiev.ua/production/analyzer-of-electric-power-quality.php>
8. Багацький О.В. Показники якості та оцінка якості надання комунальних послуг // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінницький національний технічний університет. – Вінниця, 2012. – № 2, 24. – С. 4–11.
9. Пат. на винахід 82925, Україна, МПК (2006) G01R 11/00 G06Q 50/00.

					ДП ПІ-81мп.08.000 ПЗ	Арк. 84
Зм	Арк	№	Підпис	Дат		

Спосіб контролю витрати і якості комунальних послуг / Багацький В.О., Багацький О.В., Кривонос Ю.Г., Палагін О.В., заявник та патентовласник ІК НАН України. – № а200607592, заявл. 07.07.2006, опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10.

10. Пат. на винахід 82791, Україна, МПК (2006) G01F 1/00 G01R 21/133 (2008.01) G06Q 50/00. Система контролю комунальних послуг / Багацький В.О., Багацький О.В., Кривонос Ю.Г., Палагін О.В., заявник та патентовласник ІК НАН України. – № а200700963, заявл. 30.01.2007, опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.

11. Пат. на винахід 82791, Україна, МПК (2006) G01F 1/00 G01R 21/133 (2008.01) G06Q 50/00. Система контролю комунальних послуг / Багацький В.О., Багацький О.В., Кривонос Ю.Г., Палагін О.В., заявник та патентовласник ІК НАН України. – № а200700963, заявл. 30.01.2007, опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.

12. Багацький, О.В. Багацький В.О. АЦП часо-імпульсного типу на базі аналого-цифрового мікроконтролера // Вісник ВПІ, ВПІ. – Вінниця, 2013. – № 2. – С. 101–104.

13. Агуров В.П. Интерфейсы USB. Практика использования и программирования. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 576 с. 12. Міжнародна організація «USB.org». HID-пристрої. [Електронний ресурс]. <http://www.usb.org/developers/docs/hidpage/>

14. Вольфган Райс Как работают аналогово-цифровые преобразователи / Вольфган Р. // Компоненты и технологии. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2005\\_03\\_116.pdf](https://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2005_03_116.pdf)